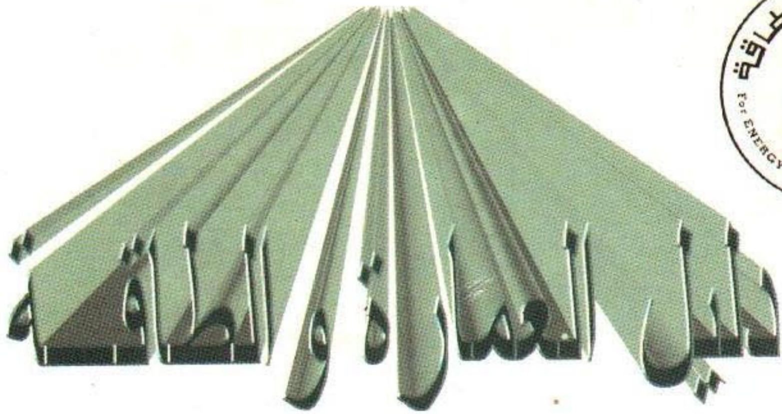
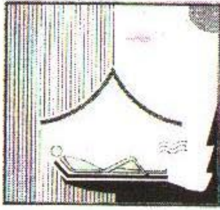


جهاز تخطيط الطاقة
ORGANIZATION
For ENERGY CONSERVATION & PLANNING



دليل العمارة و الطاقة

يوليو ١٩٩٨





دليل الطاقة والعمارة

إعداد نخبة من خبراء الطاقة والعمارة

١٩٩٨

المشــــاركون

أ.د/ عــادل يس مــحــرم عميد معهد الدراسات والبحوث البيئية - جامعــة عين شمس

أ.د/ جـــورج باسـيلـــى أستـــاذ طبيعــة المنشــآت بمركــز بحــوث الاسكـــان والبنـــاء

أ.د/ مـــراد عــبــد القـــادر أستاذ العمــارة ووكيـل كلية الهندســة - جامعــة عين شمس

أ.د/ وجـــيــــه فـــوزى أستـــاذ العمارة بكليـــة الهندســـــة بشبرا- جامعــة الزقــازيــق (فرع بنها)

أ.د/ صـــلاح الســـيــد رئيس قســم العمــارة - كليــة الهندســة - جامعة المنصــورة

أ.د/ شفق العوضى الوكيل أستاذ التخطيط العمرانى بكلية الهندسة - جامعة عين شمس

د/ ســوزيت مــيـشــيــل أستـــاذ مساعـــد بمركـــز بحـــوث الإسكـــان والبنـــاء

د/ مـاجـده اكـرام عـبـيـد أستاذ مساعد بمعهد الدراسات والبحوث البيئية - جامعة عين شمس

د/ مـــجـــدى قـــرقـــر أستاذ مساعد بكلية التخطيط العمرانى - جامعة القاهرة

م/ شـــريـف الجـــوهـرى مهنـــدس بهيئــــة الطاقـــة الذريـــة

الصياغة والمراجعة

أ.د/ جورج باســيلى حنا

أ.د/ مـــراد عــبــد القـــادر

أ.د/ وجــيــه فــوزى يوسف

أ.د/ شفق العوضى الوكيل

المحرر: جهاز تخطيط الطاقة

محتويات الدليل

مقدمة

تعتبر الطاقة فى مصر من أهم القضايا التى يجب على متخذ القرار فى العديد من المواقع أن يدرسها بعناية - ليس فقط لأهميتها كأحد المدخلات الهامة سواء فى العملية الإنتاجية أو رفع مستوى الرفاهية- ولكن نظراً أيضاً للدور الحيوى الذى تلعبه فى تحقيق التنمية المتواصلة من خلال علاقات التشابك التبادلية بين قطاع الطاقة وبقية قطاعات الاقتصاد القومى.

وقد بلغ إجمالى الاستهلاك القطاعى من المنتجات البترولية نحو ٢٠,٠٥٪ مليون طن بترول مكافئ عام ١٩٩٧/٩٦ منها نحو ٢٩,٣٪ لقطاع الصناعة ونحو ٣٦,٦٪ لقطاع النقل ونحو ١٥,١٪ للقطاع المنزلى والتجارى ونحو ١٨,٦٪ لقطاعى الكهرباء والبترول وأخيراً نحو ٠,٥٪ لقطاع الزراعة.

كما بلغ إجمالى الاستهلاك القطاعى من الطاقة الكهربائية نحو ٤٨,٩ مليار ك.و.س منها نحو ٤٢,٨٪ لقطاع الصناعة و٣٨,٦٪ للقطاع المنزلى والتجارى، ١٤,٤٪ لقطاع الحكومة والمرافق العامة وأخيراً ٤,١٪ لقطاع الزراعة.

مما سبق يتضح أن أستهلاك الطاقة فى القطاع المنزلى والتجارى (المبانى) يبلغ حوالى ١٨٪ من إجمالى أستهلاكات الطاقة.

ويعتبر قطاع المبانى بأشكالها المختلفة ثالث القطاعات المستهلكة للطاقة الكلية وثانى القطاعات المستهلكة للكهرباء فى مصر.

من هذا المنطلق وتحقيقاً لرسالة جهاز تخطيط الطاقة فى مجال ترشيد الطاقة فى القطاعات المختلفة بالدولة فقد تبنى مشروع العمارة البيومناخية (أو العمارة الخضراء) والذى يهدف إلى دراسة كيفية تصميم مبنى معمارى موفر للطاقة وبسلوك حرارى يعمل

على الراحة الحرارية لساكنيه فى وسط الظروف المناخية للجمهورية وعلى مختلف فصول السنة.

وهذا المشروع هو نواه لخطة عمل فى هذا المجال قد تستمر لعدة أعوام قادمة حيث بدأ العمل بدعوة نخبة من أساتذة الجامعات المصرية ومراكز البحوث حول لقاء تناول موضوع الطاقة والعمارة فى مصر انبثق عنه ضرورة إقامة ندوة عامة موسعة دعى لها كل من يهمه الأمر وله خبرة فى هذا المجال وكان هذا فى أبريل ١٩٩٦ وقد تم تشكيل مجموعة العمل التى ضمت نخبة من أساتذة وخبراء العمارة والطاقة فى مصر وقد تبلور الفكر إلى ضرورة إصدار "دليل العمارة والطاقة" يتناول كل متطلبات العمارة الخضراء التى يحتاجها المهندس المعمارى فى تصميمات المبانى فى المناطق المختلفة بأنحاء الجمهورية طبقاً لطبيعة ومناخ كل منطقة.

وكان هذا الدليل ثمرة من ثمار نشاط مجموعة العمل.

المحرر: جهاز تخطيط الطاقة

١
العمارة الخضراء والطاقة

١

العمارة الخضراء والطاقة

١- العمارة الخضراء والطاقة

١-١ الدعوة إلى العمارة الخضراء

تمتعت الحضارة منذ نشأتها على الكرة الأرضية - منذ حوالى ٤.٥ مليون سنه - بصفات إنسانية، تواءمت فيها مكونات البيئة ومصادرها الغنية من طاقة وماء وغذاء. بعدها شهدت الأرض ترحال الإنسان منذ ١.٤ مليون سنة من أفريقيا ومن خلال أرض سيناء صعد منها فريق إلى الشمال والشمال الغربى، ونزح الفريق الآخر إلى الشرق والجنوب الشرقى وانتشر على الكرة الأرضية.

ومنذ ذلك الحين، قدمت بحور المعرفة موجات ساعدت على التقدم الإنسانى، وارتفاع مستويات حضارته، واندفعت سفن الاستكشافات العلمية تعلو فوق الموجات، تستخدم قوى الطبيعة لصالحها. واعتقد الإنسان لفترات أن عطاء الطبيعة له هو عبودية منها، عليها أن تطيع أوامره وبلا حدود، فاختراع الكثير والكثير جعله يبالغ فى تقدير قدراته فى تسخير البيئة المحيطة. وبدأت الزراعة، وكان المد الأول هو الحضارة الزراعية.

هنا تعامل الإنسان مع الأرض لكى يعمر ويستمر فى التعمير له ولأولاده. استتبع ذلك تكوين معين للأسرة وللمجتمع، ونسق معين للقيم ينظم حياته الاجتماعية والاقتصادية والثقافية. فى تلك الفترة ظهرت العمارة المناسبة التى لازال موجود منها الموروث والمأخوذ منها الدروس.

ثم جاءت الحضارة الصناعية - المد الثانى من موجات بحور العلم العاتية، اكتشف فيها الإنسان وفرة الإنتاج فى مجال النسيج والحديد، وشق الطرق والقنوات، وبنى السكك الحديدية. وبدأت آليات جديدة فى سوق الإنتاج وفرتها نظم الرأسمالية والبرجوازية، فظهر الإنتاج النمطى السريع والوفير وبالتالى استحدثت المصانع، والمدن الصناعية، وبزغت الطبقة العمالية التى تركت الريف، ثم ظهر أثر ذلك فى التجارة الخارجية وأسواق عبر البحار.

واستمر الانبهار بالصناعة لفترة طويلة حتى سمعنا عبارة أن البيت "آله للحياة فيها" وأظهرت مصادرها البيئية المتنوعة، إلى أن جاءت صحوة "الربيع الصامت" فى الستينات وفى السبعينات ظهر كتاب "الصدمة الثقافية" وفيه يقول ألفين توفلر على لسان العالم الهندى د. هومى بهابها:

"To illustrate, he said, let us use the letter Q to stand for the energy derived from burning some 33,000 million tons of coal. In the eighteen and one half centuries after Christ, the total enrgy consumed averaged less than one half Q per century. But by 1850, the rate has risen to one Q per century. Today, the rate is about ten Qs per century. This means, roughly speaking, that half of all the energy consumed by man in the last 2000 years has been consumed in the last one hundred".

ثم جاء الاهتمام السياسى بالبيئة واقترنا سوياً تحت عنوان "الأرض فى الميزان". إن احتياجات الطاقة فى المناطق الحضرية تفرض عبئا ضخما على الاقتصاد والبيئة. فالمبانى فى البلاد الصناعية تستهلك من ٣٥ – ٥٠٪ من ميزانيات الطاقة القومية، معظمها لتدفئة وتبريد الأماكن وتسخين المياه والتبريد، والإضاءة والطهى. وفى معظم العالم النامى غالبا ما يكون نصيب المبانى من إجمالى الطاقة أعلى بكثير.

إننا فى حاجة ماسة إلى اقتصاديات وصناعة "الطاقة المتواصلة"، التى يمكن أن نطلق عليها "الطاقة الخضراء" فالطاقة الخضراء هى طاقة ليست حارقة بقدر ماهى طاقة رءوفة، تساعد على استمرار الحياة لزماننا والزمان القادم. والطاقة الخضراء هى الطاقة التقليدية، وغير التقليدية، فهى المتوافقة مع البيئة بكل أركانها. فالطبيعة غنية بالصور المتعددة لها، والقوى الطبيعية الموفرة لها. فالهواء وحرارة باطن الأرض والأمواج والأشعة الشمسية وغيرها الكثير، تبعث لنا ما نريده.

إن الدعوة إلى "العمارة الخضراء" هى دعوة إلى التعامل مع البيئة بصورة أفضل، نستطيع فى أحد أطرافها تقليل الطاقة المستخدمة عن طريق تصميم أفضل لمدننا، وشوارعنا وميادينا السكنية أولا ثم الصناعية والتجارية وغيرها ثانيا. علينا سبر غور التقنيات المناسبة لتقليل الحمل الحرارى فى الشوارع، فإن خلط الأسفلت بالرمل فاتح اللون يعكس الحرارة بدلا من الاحتفاظ بها، وبالتالى ينتج عنه تقليل تأثير "الجزيرة الدافئة" فوق المدن الصحراوية مثل القاهرة. ومعظم المدن الموجودة فى نطاق الدول العربية.

وفى مجال التفاصيل المعمارية مثل الحوائط والأسقف قدرت أكاديمية العلوم القومية بالولايات المتحدة الامريكية أن الاستخدام الاستراتيجى للأسطح البيضاء والتشجير والنباتات يمكن أن يساعد فى توفير ٢.٦ مليون دولار سنوياً من تكاليف الطاقة. من هنا تظهر أهمية الدعوة إلى الزيادة فى التشجير ومن مسطحات الظل فى المدن، والدعوة إلى أن نتعامل مع الأماكن المفتوحة من شوارع وميادين تعاملنا مع قاعات الاجتماعات والاحتفالات. نريد الإبداع، ونفكر كثيرا فى نوعية إنتاج المبانى ونوعية عمارة أكثر توافقا مع إنسانيتنا وبيئتنا.

بهذا نستطيع أن نقلل استخدامات الطاقة فى الإنارة والتكييف والتهوية والتسخين.. ونستفيد من تقليل الارتفاعات غير الإنسانية فى أدوار المبانى السكنية.

العمارة الخضراء فكرة صورها متعددة، مثلها مثل شجرة، أشكالها كثيرة، ومتنوعة، فمنها الجميزة، والتوتة، والنخلة... الخ. تتعايش وتنمو وتعطى مع من ومع ما حولها. قل هى كائن حى، يتأثر بالبيئة حوله، وله عمر ذو بداية ونهاية، ولكن جيناته وصفاته موجودة عبر الأجيال ويتطور فيها حسب المؤثرات.

ويمكن مجازا أن نشبه تلك الفكرة بفكرة العمارة الإسلامية حيث تعكس الأخيرة حياة وفكر المجتمع الإسلامى، أو العمارة الكلاسيكية حيث تعكس هى الأخرى كلاسيكية

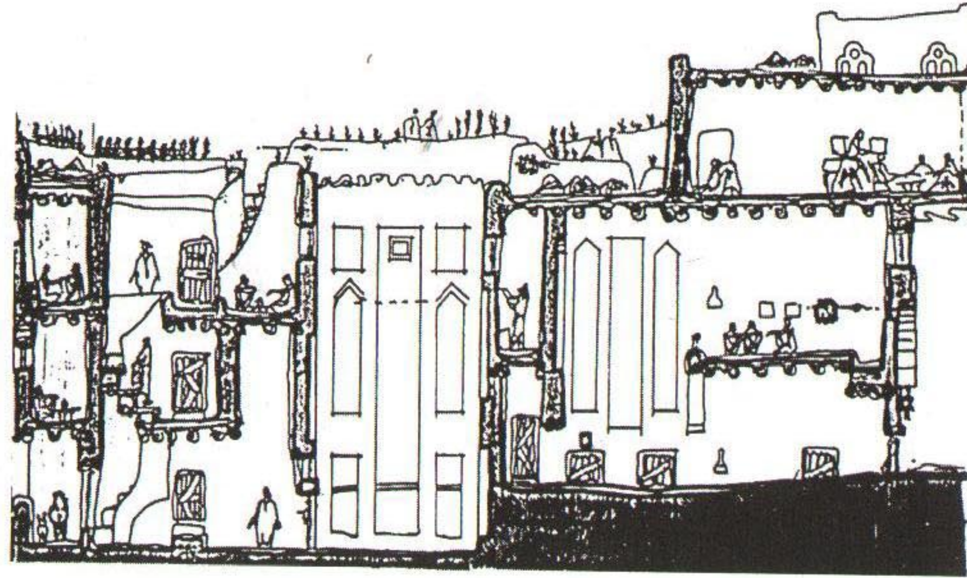
الحضارة، مع فارق أننا نحن أطلقنا تلك الأسماء بعدما تركنا زمانها، ولكن العمارة الخضراء هى دعوة للزمن الحالى والمستقبلى.

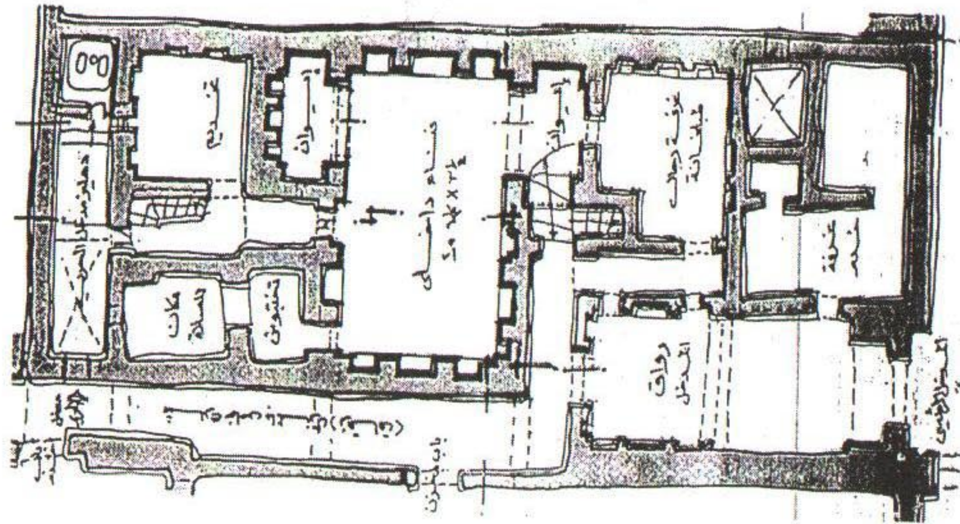
ومنذ الدعوة إلى بيئة أفضل، اتجهت الفلسفات والعلوم والأفكار نحو التفاعل مع البيئة بصورة تكاملية تحمل مفهوم التعامل مع عناصر البيئة الحيوية والاجتماعية والمصنوعة، فى الأزمان الثلاثة – الماضى والحاضر والمستقبل. تقاربت فكرة النضارة والاستمرارية والتوازن من أسس الحياة، وصارت ملتصقة بقيمتها الاجتماعية والاقتصادية والثقافية، الفكرية والإجرائية. وهنا نبتت مبادئ "التنمية المتواصلة" التى تدعو إلى التعامل مع الموارد الطبيعية فى صورة أفضل للآنية والمستقبلية، مع الأخذ فى الاعتبار للموروثات المادية والمعنوية والرمزية.

فوق هذا النسيج الفكرى استحدثت أنماط/ أنساق إجرائية فى بعض مناحى الحياة الإنسانية المتعددة، تعكس نماذج لمنظومات متناثرة فوق النسيج، منها العمارة العضوية ثم جاءت العمارة المستدامة، والآن "العمارة الخضراء.

والعمارة منشأة، تغلف نشاط مجموعة من الناس، توفر بيئة داخلية، نفسية اجتماعية فيزيقية، وهنا تحضرنا كلمة حسن فتحى " إننا نبنى للانسان السيكوبيوفسيولوجى" عمارة تسمح لهم بممارسة الحياة لوظيفة ما، أو لمجموعة من الوظائف. والصورة المثلى للعمارة / المنشأة أن تتبادل التفاعل مع الشاغل لها طيلة حياته، ومن بعده فيها، بصورة طبيعية، أو الجانب الطيب منها والرحيم. بحيث ينتج فى النهاية مكون له من صفات الرحم للطفل، التكوين والبناء.

والأيادى الطيبة التى تمس هذا المكون متعددة. فالراحة الحرارية يد، الإضاءة المناسبة يد، والمجال البصرى يد، وهكذا أياد الرائحة، والسمع. وعموما هى الحواس البشرية المستخدمة فى التفاعل مع العالم المحيط. هذا علاوة على المعانى والرموز، والبيئة النفسية، لنا ولأولادنا.





شكل (١-١) بيت من قرية القصر - الواحات الداخلة- مصر

فالعمارة الخضراء هى منشأة نصممها موفرة لنا العناصر المناخية الرءوفة والحنونة، والطبيعية بكل ما فيها من إيجابيات، خالية إلى أبعد حد من التلوث بجميع صوره، موفرة لنا التواصل الاجتماعى فيما بين الأسرة وبينها وبين المجتمع، والتواصل الذاتى وحسب ما كان دائما يقول حسن فتحى عن سانت اكسوبرى" بيت أبى الذى فيه كل خطوة لها معنى"، والتواصل الحضارى حيث يلتقى أفراد المجتمع غنيه وفقيره، مثقفه مع من لايعلم، كبيره وصغيره، فالمجتمع الفئوى لا يخدم الفكرة. والعمارة الخضراء مثلها مثل أرض المحصولين أو الثلاث، وليس أرض المحصول الواحد.

الخضار هو تلك العصارة الحية التى شاركت فى إنتاجها عناصر النبات الجذرية والورقية مجتمعة، لكى تعطى النبات صورته الحية. ومظهر الحياة هو مخبرها الدال على مجموعة من التعاملات الحيوية والعلاقات والاتصالات بين أجزاء النبات الأخضر. تفاعلات ايجابية قائمة على شبكة اتصالات سليمة مكونة من قنوات متعددة وخالية من الرواسب أو الفضلات أو المعوقات، ضامنة حركة ودودة دءوبة بناءة.

واذا كان الهدف من العمارة هو الحصول على صفات النبات الأخضر من الحياة، فإن العمارة الخضراء هى الهادفة إلى التعامل مع الطبيعة بصورة أفضل. فالعمارة الخضراء هى التى توفر آلية التخاطب الحيوى فيما بين الإنسان ومجتمعه والطبيعة.

جذور العمارة الخضراء فى تراثنا كثيرة، وصلت فى أعماقها إلى العمارة المصرية القديمة، والمتواصلة حتى بداية العصر الحديث الذى يمكن أن نطلقه على وقت إسماعيل باشا فى حوالى ١٨٦٠ حينما بدأت عمليات نقل التكنولوجيا فى قوالب فكرية ومادية إلى صنوف الحياة/العمارة المصرية. كما أن جذورها العلمية أيضا كثيرة، وضاربة فى الأعماق الغنية بالأفكار، ولكن عصارتها المغذية لاتصل- أحيانا- إلى سيقان وفروع العمارة المعاصرة فى مصر.

دعونا نبحث فى كل اتجاه عن جذور العمارة الخضراء، لكى ننقى قنواتها ونعالج ما



شكل (١-٢) شارع من الواحات الدخلة للعمارة العامية الصحراوية

يجب علاجه، ونقوى ما يجب تقويته لكى نسهل ونساعد فى توصيل العصارة الطيبة المغذية إلى أنواع العمارة المصرية الطيبة الصاعدة والمنتشرة فى سماء مصر. فى مجال التعليم المعمارى بكليات الهندسة، فى مجال الممارسة المعمارية بسوق البناء المصرى، فى مجال النقد المعمارى (وهو خال فى الساحة المعمارية المصرية، مثله مثل مجال الأدب العلمى فى ساحة الأدب المصرى)، وأخيرا مجال الإبداع الفكرى فى كل دنيا التصميم والمشاركة البناءة بين أعضاء المجتمع المصرى.

١-٢ العمارة والطاقة

١-٢-١ المشكلة

ترجع جذور المشكلة إلى وقت الثورة الصناعية، حيث بدأت التقنيات الحديثة المعاصرة فى التعامل مع وسائل الإنتاج والميكنة المتاحة من خلال مفاهيم الانتاج بالجملة واعتماداً على النمطية. ومن خلال هذا تحدد نظام ضخم شامل فى البناء للتحكم فى المناخ الداخلى للمبانى لتعويض النقص فى البصيرة وتقييم العواقب. وما نستطيع قوله فى هذا الصدد أن هذا الإنتاج الضخم استتبعه انبعاثات ضخمة من ثانى أكسيد الكربون لاحتراق الوقود الحفرى والذى يقدر فيه انتاجه فى المائة سنة الأخيرة فيما بين ٢٥ و ٢٧٪ زيادة عما كان موجودا فى الهواء قبلاً.

١-٢-٢ التغيرات المناخية

تتجه الأحداث على سطح الكرة الأرضية نحو تأكيد ظاهرة الاحتباس الحرارى فيها، والمنحصرة بين السطح وبين طبقات الجو العليا، بفعل الغازات المنبعثة من الأرض. وهذا ما يطلق عليه أيضا ظاهرة "الصوبة" ولاشك أن فعل الصوبة موجود منذ الأزل على الأرض فالغازات المنبعثة والمسئولة عن نشأة الحياة على الأرض وعن استمرارها، هى أساساً بخار الماء وثانى أكسيد الكربون ودورتيهما، دورة الماء ودورة الكربون. وما زاد عن ذلك فى العصر الحديث وهو لاشك ناتج عن النشاط الصناعى المتزايد، وبالذات منذ

انطلاق الثورة الصناعية من حوالى ثلاثمائة سنة مضت، حيث تم استحداث القطارات التى بدأت العمل بالبخار والآلات والسيارات والصناعات النمطية ذات الأعداد الضخمة، وغير ذلك الكثير.

نتج عن الصناعات الكثيرة والمتعددة منذ ذلك الوقت، التى تستهلك الموارد الطبيعية، اختلال فى ميزان البيئة، متمثلاً فى غازات لم تكن بكميات لاتستطيع استيعابها، وغازات أخرى لم تتعامل معها. فثانى أكسيد الكربون ازداد نتيجة لحرق الفحم، وهو ما لم يوجد قبلا، وغاز الميثان وأكاسيد النيتروجين، التى نتجت بكميات متزايدة، عن الآلات والسيارات ومحطات القوى والأعمال المنزلية فى المدن المستحدثة بجوار المصانع والمراكز الصناعية.

ونتيجة للأنشطة الصناعية المتزايدة، تغيرت كيمياء الهواء بدرجات كبيرة، ولازالت تتغير تحت ضغط التنمية غير المستدامة، والتى نظرت فقط إلى الاقتصاديات الصناعية والتجارية دون النظر إلى ما يطلق عليه الآن "التكلفة والمنفعة" من وجهة النظر المجتمعية، محليا وإقليمياً وعالميا إزدادت نسبة تواجد ثانى أكسيد الكربون بمقدار ٢٥٪، وأكسيد النيتروز بمقدار ١٩٪، والميثان بمقدار ١٠٠٪ ويصل ما ينطلق من غاز ثانى أكسيد الكربون فى طبقة الهواء "الحيوية"، والمقدر سمكها بحوالى ١٩ كم فوق سطح الأرض، ستة ملايين طن كل عام. ولاشك أن هذا الواقع يدفع الاتزان البيئى على وجه الأرض بعيداً عما يضمن استمرار الحياة الإنسانية بصورة صحية.

تحكى الحضارة الإنسانية عن الشك الذى يثار حول أى مسألة علمية مستجدة، إلى أن يثبت بالدليل القاطع وبلا جدال جديتها وفاعليتها، وإلى وقت قريب مضى كان الشك يشوب موضوع "الانحباس الحرارى" أو "الصوبة" كما كانت التوقعات غير المؤكدة فى ذلك الصدد فى الماضى القريب هى الدافع إلى عدم توصل العلماء إلى قرارات ونتائج محددة. ثم حدث التغيير بعد اجتماعين للجان الحكومات فى العالم للنظر فى التغيرات المناخية، وهى لجان مكونة من ٢٥٠٠ عالم مناخ ممثلين لحكوماتهم. ففى تقريرهم عام

١٩٩٦ أصدروا – ولأول مرة – أن الدفء الكونى كان حقيقة علمية، كما أقروا بأن النشاط الإنسانى كان هو المتسبب. ولقد حذروا من أن معدل التدفئة المتوقع للقرن القادم قد يكون "أعلى مما لوحظ فى العشرة الآلاف سنة الماضية". وعلى هذا أوضحت كثير من الدراسات أن الزيادة فى درجة الحرارة تراوحت بين ٣ر٠ و ٦ر٠ درجة مئوية (سلسيوس) فى فترة السنة الأخيرة، وبالتالى وبناء على ذلك ترتفع فعلا مناسيب سطح البحار بمعدل ٦سنتيمترات كل ٥٠ سنه. كما أوضحت أنه قد تم رصد "أدفأ عشر سنوات فى التاريخ منذ ١٩٨٠، وأن سنة ١٩٩٥ كانت الأدفأ" والنتيجة أن "الاحتباس الحرارى" قد حدث فعلاً.

وقد تصل درجة الحرارة على نهاية المائة سنه القادمة إلى ثلاث درجات ونصف زيادة عما هى عليه الآن، بناء على ما أصدرته مجموعة العلماء، وهذا قد لايبدو كثيراً، فإن درجات الحرارة عموماً تتذبذب فى مجال حوالى عشرين درجة ما بين الليل والنهار فى صيف منطقتنا، ونستطيع أن نتحمله ولابد أن نقرر أن أقصى ما وصل إليه المناخ فى العصور الجليدية، منذ ١٥٠٠٠ سنه مضت كانت فيه حرارة سطح الكرة الأرضية أقل بثلاث أو خمس درجات مما هى عليه الآن، وأن الثلوج كانت تغطى مساحات كبيرة من نصف الكرة الشمالى، وأن مستوى سطح المحيطات كان أقل بحوالى ثلاثين مترا، وأن البحر الأبيض المتوسط كان يصل فى حدوده الجنوبية إلى أسيوط – قبل أن يشق النيل مجراه الحالى – وأن الدليل على تغلغل البحر فى هذا النطاق نجده فى الأصداف الموجودة فى طبقات الحجر الأيوسينى فى منطقة الأهرام ومنطقة المقطم – وهو ما يطلق عليه القروش – قبل أن تتحرك رأسيا إلى موضعها الحالى. لو عرفنا هذا لاستطعنا أن نقدر ما قد يصل إليه التغيير الجغرافى فى منطقتنا وما قد يستتبعه من تغيرات وظيفية وسكانية ومكانية، وبالأشمل بيئية.

سيظهر التأثير فى كل مكان، وأكبر تأثير سيكون فى ارتفاع سطح البحر نتيجة ذوبان الجليد. وهذا يرصد الآن. وقدرت مجموعة العلماء بأن الارتفاع قد يصل إلى متر

واحد زيادة مع نهاية القرن القادم. تتأثر بهذا كل المناطق الساحلية ذات المستوى القريب من سطح البحر ويستتبعه تأثيرات تنموية فى كل الميادين مما يستوجب علينا تدراكه من الآن. وسيؤثر ذلك قطعاً فى اتجاهات وتوزيعات التيارات البحرية على سطح الأرض. وبالتالى ما قد يصل من دفء إلى مناطق يمكن أن تصل إليها برودة، أو العكس. كما أن المحاصيل الناتجة فى أرض ماقد لا يمكن إنتاجها إلا فى مناطق أخرى بناء على الحرارة ونسبة الرطوبة وغيرها من العناصر الجوية المعرضة لها. ثم لاشك أن مصادر المياه هى مجال الصراع القادم فى مناطق شتى من العالم وتلخيصاً،قد يتسبب الدفء العالمى فى تغيرات فى الأنساق المناخية من عواصف وجفاف وفيضانات غير متوقعة. وهو ما سيؤدى إلى اختفاء أعشاش الطيور والحيوانات والحشرات من مواطنهم، وقد تظهر عشائر أخرى منها تتواءم مع الأحداث المستجدة. وهنا لا يجب أن ننسى ظاهرة اختفاء الديناصورات منذ خمسة وستين مليون سنة.

ما نحتاجه الآن هم تقييمنا لعالمية المشكلة، والعمل شرقاً وغرباً، وشمالاً وجنوباً فى محاولات لحلها. كما أنه علينا محاولة الاتجاه إلى مصادر جديدة للطاقة غير التى قادتنا نحو ما نحن فيه الآن. فالشمس والهواء والمنحدرات المائية والأمواج البحرية والمد والجزر وحرارة باطن الأرض وغيرها من إمكانيات لم تسبر أغوارها بعد رغم ما فيها من محاولات علمية وتطبيقات حتى الآن. علينا ترشيد الطاقة التقليدية الحالية بكل الإمكانيات والأفكار الجديدة، فالإنارة والتسخين والتبريد والمواصلات والنقل من أهم عناصر استهلاك الطاقة. وأقرب الأفكار فى هذا هو التحول من استخدام السيارات الفردية إلى النقل الجماعى وخصوصاً فى المدن الصحراوية والمتضخمة مثل القاهرة. فكلما ازدادت المواد العالقة المثارة فى الهواء المحلى، زاد على أثرها الاحتباس الحرارى، وزادت تأثيرات تكوين الجزيرة الدافئة فوق المدينة. كما أن الاتجاه لتحقيق العمارة الخضراء فى مدننا وقرانا سيوفر ما قد يمكن تقديره بحوالى ٢٠٪ من الطاقة القومية فى مصر.

٣-١ ترشيد الطاقة فى العمارة

تنقسم عملية التشييد إلى ثلاث مراحل؛ المرحلة الأولى هى عملية البدء فى التشييد، وهى تحتوى على إنفاق يفوق عملية التشييد نفسها، فقد زادت استخدامات الطاقة بين عامى ١٩٧١، ١٩٩٢ فى المبانى على المستوى العالمى ٢٪ فى المتوسط، وفى عام ١٩٩٢ كان نصيب المبانى من إجمالى استخدام الطاقة يعادل ٣٤٪. وفى المرحلة الثانية تستهلك الطاقة من خلال انتاج مواد الانشاء الخام من المناجم وإلى المسابك ثم إلى مواقع التشييد، كما يستهلك نقل المواد إلى مواقع البناء طاقة إضافية. وعموماً فإن المبانى تستخدم ما لا يقل عن ٤٠٪ من الطاقة العالمية. ولذلك فهى تعد المسئولة عن انبعاث ثلث كمية ثانى أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود الحفرى، كما أنها أيضا مسئولة عن الكثير من الآثار الجانبية لاستخدام الطاقة مثل تسرب زيت البترول، وتوليد نفايات، وإقامة السدود على الأنهار، وتسرب المواد السامة من مناجم الفحم، وانبعاث الزئبق من عملية احتراق الفحم. وفى المرحلة الثالثة، تخلق العديد من المبانى الحديثة بيئات داخلية خطيرة مثل ما يطلق عليه "متلازمة البناء المريض" وهى تحدث فى ٣٠٪ من الأبنية الجديدة على المستوى العالمى، فإن استخدام أجهزة التهوية للمحافظة على نظافة الهواء كثيرا ما يؤدى إلى إيواء وانتشار الفطريات.

وتحبس المبانى محكمة الإغلاق المركبات العضوية المتطايرة والتى يمكن أن تتسرب من خلال السجاجيد والأثاث والدهانات، وتتراكم هذه المواد بتركيزات تزيد إلى أكثر من مائة مرة عند وجودها خارج هذه المبانى. وقد يؤدى التعرض طويل المدى لبعض المركبات العضوية المتطايرة إلى زيادة احتمالات التعرض لمرض السرطان أو الخلل فى الجهاز المناعى. وقد تصل التكاليف الطبية والإنتاجية للعامل نتيجة اعتلال الهواء داخل المبنى إلى عشرات البلايين من الدولارات كل عام. وبالإضافة إلى ذلك فان بعض الباحثين يعتقدون أن دورة الهواء المحكومة قد تسهل انتشار الأمراض التى تنتقل عن طريق الهواء مثل البرد العادى والأنفلونزا. وإذا ثبت صحة هذه الفرضية فسوف يرتفع

التأثير الاقتصادى لهذه الأبنية المريضة، وقد يصل إلى مئات البلايين من الدولارات سنويا.

وطالما أن المبانى تستخدم أثناء تشييدها ثلث طاقة العالم، وتبلغ تكلفتها حوالى ٤٠٠ بليون دولار سنويا، فإن تخفيض هذا الاستخدام إلى النصف أو أكثر عن طريق التصميمات المناسبة للمناخ قد يقلل من نسبة التلوث الناتج عن استخدام الطاقة فى العالم إلى السدس، بجانب توفير ما يقرب من ٢٠٠ بليون دولار سنويا.

والجدول التالى يبين حجم الاستثمار فى المجتمعات الجديدة بمصر حتى ٣١-٣-١٩٩٣.

مدن المجموعة الأولى : ١٠ رمضان - مايو - السادات - برج العرب - أكتوبر - الصالحية - دمياط الجديدة	
للكهرباء	٢٥٩ر٣٧٥ر٠٠٠ جنيه
للإسكان	١.١٤٧.٤٥٦.٠٠٠ جنيه
من إجمالى	٣.٢٠٤.٣٤٧.٠٠٠ جنيه
مدن المجموعة الثانية : مبارك - النوباريه - العبور - بدر - بنى سويف الجديدة - المنيا الجديدة - أسيوط الجديدة	
للكهرباء	٤٨.٩٣٤.٠٠٠ جنيه
للإسكان	٢٥٧.٦٧٧.٠٠٠ جنيه
من إجمالى	٧٩١.٩٧٠.٠٠٠ جنيه
مدن المجموعة الثالثة : القطاميه - الشروق - الشيخ زايد - التجمع الأول - التجمع الخامس	
للكهرباء	٣١٦.٦٩٣.٠٠٠ جنيه
للإسكان	١.٥٧٩.٤٥٢.٠٠٠ جنيه
من إجمالى	٤.٣٣١.٨٦٧.٠٠٠ جنيه

وعلى ذلك يكون إجمالى الاستثمار فى الكهرباء هو ٦٢٥.٠٠٢.٠٠٠ جنيه
وفى الإسكان هو ٢.٩٨٥.٥٨٥.٠٠٠ جنيه
من الإجمالى العام وهو ٨.٣٢٨.١٨٤.٠٠٠ جنيه
ويفرض تخفيض ٢٠٪ من الميزانية العامة ، يكون قدره حوالى
٤٠٠.٠٠٠.١٢٥ جنيه

جدول (١-١) حجم الاستثمار فى المجتمعات الجديدة بمصر

١-٣-١ ترشيد الطاقة فى المبانى

إن قطاع الإنشاءات يستهلك حوالى ١٥٪ من إجمالى الطاقة فى معظم البلاد النامية، ومن الملاحظ العلاقة الهامة بين إنتاج الطاقة والبيئة والتى أصبح الاهتمام بها يمثل مطلباً عالمياً.

ويلاحظ أن إنتاج مواد البناء يسبب تلوثاً بالبيئة المحيطة ويمكن توضيح صوره كالتالى :

أ- على المستوى المحلى (فى حدود ١كم) :

يظهر هذا التلوث نتيجة للغازات المتصاعدة من عمليات احتراق الوقود وهو يؤثر على صحة العاملين وكذلك على الأشخاص المقيمين فى هذا النطاق.

ب- على المستوى الإقليمى (فى حدود ١٠٠كم) :

يظهر هذا التلوث فى الجو وخاصة من المصانع الكبيرة ومن الأمثلة الواضحة لذلك منطقة حلوان ويلاحظ أن التلوث الناتج من هذه المصانع يؤثر على البيئة المحيطة (إنسان - حيوان - نبات).

جـ- على المستوى الدولى (أكثر من ١٠٠كم) :

يلاحظ أن بعض الملوثات الناتجة من إنتاج مواد البناء يمكن أن يكون لها تأثير على المستوى العالمى فعلى سبيل المثال نجد أن ثانى أكسيد الكبريت الناتج من احتراق الفحم يمكن أن ينتج أمطارا حمضية تتسبب فى تلويث الأنهار ومصادر المياه وكذلك تدمير الغابات.

مما سبق يتضح مدى أهمية ترشيد الطاقة فى قطاع المبانى لتقليل التلوث الناتج عن إنتاج مواد البناء وكذلك للحفاظ على البيئة المحلية والدولية.

١- المدخل إلى كفاءة استهلاك الطاقة فى المبانى :

إن المبانى هى أحد أهم احتياجات الإنسان فى العصر الحديث ونجد أن المبانى توفر المأوى لملايين البشر، وبنظرة إلى الاستراتيجية الاقتصادية للدولة نلاحظ أن هناك زيادة مطردة فى قطاع الإنشاءات وبالتالى زيادة فى استهلاك الطاقة.

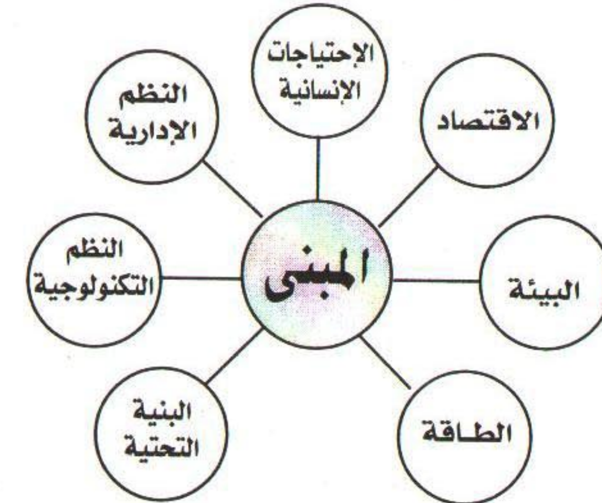
لذا فإن هناك ضرورة لأخذ خطوات جدية لدراسة كيفية استهلاك الطاقة فى المبانى ومدى كفاءتها ونجد أن المدخل إلى كفاءة استهلاك الطاقة فى المبانى يمكن أن يتم فى اتجاهين:

أ) اتجاه التصميم واختيار انسب المواد والتكنولوجيا المتلائمة.

ب) اتجاه كفاءة استخدام الطاقة لتوفير الراحة للإنسان.

٢- العوامل المؤثرة على اختيار طرق ترشيد الطاقة فى المبانى :

يلاحظ أنه توجد عوامل كثيرة تؤثر على اختيار أنسب الحلول لترشيد الطاقة فى المبانى، ويجب دراسة هذه العوامل بعناية تامة.



شكل (١-٣) العوامل المؤثرة على اختيار طرق ترشيد الطاقة فى المبانى

٣- تقييم المبانى من ناحية الطاقة :

إن فكرة تقييم المبانى من ناحية الطاقة تعتمد على أنه عند تصميم المبانى يجب الأخذ فى الاعتبار التكلفة الكلية للمبنى شاملة جميع مراحله من إنشاء وتشغيل إلى إصلاح فى حالة الإزالة أو الترميم.

ويمكن تلخيص ذلك كالتالى :

١- حساب التكلفة الكلية لعملية الإنشاء.

٢- حساب تكلفة التشغيل والصيانة.

٣- حساب تكلفة الإصلاح أو الترميم.

لذا فإن تقييم المشروعات يجب أن يأخذ فى الاعتبار استهلاك الطاقة حيث إنها تدخل فى جميع المراحل التى تم ذكرها ويمكن أن تؤثر تأثيراً كبيراً على العامل الاقتصادى الذى يعتبر أحد أهم العوامل عند تقييم المشروعات.

٤- استخدام الطاقة المتجددة :

يوجد كثير من الاحتمالات لاستخدام الطاقة المتجددة لتوفير احتياجات المبانى من الطاقة، لذا فإنه يجب النظر بعناية إلى هذه الطاقات ودراسة كيفية الاستفادة منها لترشيد الطاقة فى المبانى وكذلك لتقليل استخدام الطاقات التقليدية (بترول - فحم - كهرباء...)

فى الفترة الأخيرة، حدثت تطورات كبيرة فى مجال تطوير أنظمة الطاقات المتجددة وكذلك اقتصادياتها ونجد أن بلاداً كثيرة قد قطعت شوطاً كبيراً فى هذا المجال. وعلى مستوى مصر نجد أن تطوراً كبيراً قد حدث فى مجال تصنيع بعض أنظمة الطاقات المتجددة ومنها على سبيل المثال :

- السخانات الشمسية.
- أنظمة تحلية المياه بالطاقة الشمسية.
- استخدام الخلايا الشمسية فى الإضاءة (خاصة بالإعلانات).
- أنظمة الرياح لتوليد الكهرباء.

ويلاحظ أنه مع زيادة المعرفة العلمية لعلوم المناخ وكذلك طبيعة المواد وخواصها أصبح من الممكن تصميم المبانى بطرق بحيث تفى بأقصى احتياجات مستخدميها من الطاقة باستخدام الطاقات الطبيعية المتجددة.

جدول (١-٢) يوضح إمكانية استخدام بعض أنظمة الطاقات المتجددة لتوفير بعض احتياجات الإنسان فى المبانى.

الرقم	عناصر استهلاك الطاقة فى المبانى	الطرق التقليدية	إمكانية الطاقة المتجددة
١	تبريد وتهوية المبانى	١- المراوح ٢- المكيفات ٣- المكيفات الصحراوية	* نظام التهوية الشمسى السالب * الملاقف الهوائية * بعض العناصر المعمارية مثل بئر السلم
٢	تسخين المبانى	١- الدفايات الكهربائية ٢- المكيفات ٣- دفايات الكيروسين ٤- حرق الأخشاب	* نظام التسخين الشمسى السالب
٣	الإضاءة	١- الإضاءة الكهربائية	* نظام الإضاءة الطبيعية
٤	تسخين المياه	١- سخانات الكهرباء ٢- سخانات الغاز	* السخانات الشمسية
٥	تغذية المياه (ضخ المياه)	١- طلمبات كهربائية ٢- طلمبات الديزل ٣- طلمبات البنزين	* أنظمة الطلمبات الشمسية * أنظمة الرياح

جدول (١-٢) إمكانية استخدام أنظمة الطاقات المتجددة فى المبانى

وأخيرا، يجب أن نذكر أن إحدى الصور الحديثة لإنتاج الطاقة، والواعدة بكثير من الإيجابيات، هى من إنتاج الخلايا الشمسية الكهروضوئية. ومع استخدام التطورات التكنولوجية، أمكن فى هذا المجال تخفيض التكلفة لإنتاج الكهرباء باستعمال الخلايا الشمسية بنسبة وصلت إلى ٩٠٪ منذ عام ١٩٨٠.

وعموماً، فإن استخدام التصميمات التى تراعى البيئة مع استخدام التكنولوجيا المتاحة فى الولايات المتحدة قد يخفض من استخدام الطاقة بمقدار ٧٠٪ فى المبانى السكنية، ويخفض من الاستخدام الكلى للطاقة بمقدار ٦٠٪ فى المبانى التجارية، وذلك طبقا لتقديرات العلماء فى المعمل القومى للطاقة المتجددة فى مدينة جولدن بولاية كولورادو.

١-٣-٢ تقنيات التحكم المناخى فى تصميم المبانى

تستخدم تقنيات عديدة فى مجال التحكم المناخى للتصميم المعمارى والعمرانى للمبانى والمناطق منها ما يتعلق بتخطيط وتنسيق المواقع ومنها ما يطبق على المساقط الأفقية وكتل المبانى، ومنها ما يتحكم فى تصميم الغلاف الخارجى للمبانى وخاصة الفتحات الخارجية.

ونستعرض بعض الأفكار والأهداف التى بنيت عليها هذه التقنيات لاستخدامها سواء شتاءً أو صيفاً أو لكل من الفترتين الأقل والأعلى من المحتملة حرارياً.

١-٣-٢-١ استراتيجيات التحكم المناخى فى تصميم المبانى

Strategies of Buildings' Climatic Design

شتاء:

١) السماح باكتساب الطاقة الشمسية بالإشعاع

٢) تقليل سريان الحرارة بالتوصيل (من الداخل إلى الخارج)

٣) تقليل تسريب الهواء بالحمل (من الخارج إلى الداخل)

٤) تقليل سريان الهواء الخارجى بالحمل وحجز الرياح

ـثـا :

١) تقليل اكتساب الطاقة الشمسية بالإشعاع

٢) تقليل سريان للحرارة بالتوصيل (من الخارج إلى الداخل)

٣) تقليل سريان الهواء بالحمل (من الخارج إلى الداخل)

٤) السماح بالتهوية لنسيم الصيف

٥) السماح بالتبريد عن طريق التبخير

٦) السماح بالتبريد عن طريق الإشعاع

٧) السماح بالتبريد من الأرض بالتوصيل

١-٣-٢-٢ تقنيات التصميم المناخى للمبانى بشكل عام

Techniques of Buildings' Climatic Design

١) استخدام طبوغرافية الموقع والمزروعات والأشجار والمياه بغرض :

(Use Neighboring Land, Vegitation, Plants and Water)

- حجز الرياح الشتوية
- تظليل المبنى صيفاً
- تقليل الأشعة المنعكسة من المسطحات المحيطة بالمبنى صيفاً
- التبريد بالتبخير صيفاً

٢) تشكيل وتوجيه غلاف المبنى بغرض

(Shape & Orientation of Buildings)

- تقليل التعرض لشمس الصيف

- تعظيم التعرض لشمس الشتاء

- حجز الرياح شتاء

- السماح بالتهوية الطبيعية المستحبة صيفاً

- تصميم الفراغات المعمارية للمبنى بحيث تتوافق مع التوجيه الشمسى

٣) التهوية الطبيعية (Natural Ventilation)

- الحمل الحرارى أو الطبيعى (Free or Natural Convection)

- الحمل المدفوع (Forced Convection)

٤) أسس تصميم الغلاف الحرارى للمبنى

(Design Principles of Building Thermal Envelope)

أ- تقليل نسبة مسطح الغلاف الخارجى للجسم الداخلى للمبنى بغرض:

- تقليل الاكتساب الحرارى صيفاً

- تقليل الفقدان الحرارى من الداخل إلى الخارج شتاءً.

ب- استخدام مواد ذات قدرة عالية لتخزين الحرارة والتحكم فى سريانها بغرض:

(Use High Capacitance Material)

- تعظيم تخزين الحرارة المكتسبة شتاء (Heat Gain)

- التحكم فى سريان الحرارة للداخل وتحديد زمن التأخير صيفاً (Time Lag)

جـ- استخدام مواد عازلة للحرارة بغرض:

(Use of Heat Insulating Material)

- التحكم فى سريان الحرارة من الخارج إلى الداخل صيفاً

- التحكم فى فقدان الحرارة من الداخل إلى الخارج شتاءً

د- استخدام مواد عاكسة للحرارة بغرض :

(Use of Heat Reflective Material)

- تقليل الحرارة المكتسبة صيفاً

- تعظيم الأشعة المنعكسة على المبنى والفتحات شتاءً.

٥) التحكم الشمسى للنوافذ : (Solar Control of Windows)

- تقليل الفتحات على الواجهات الشرقية والغربية وتعظيمها على الواجهات الجنوبية بغرض ترشيد الطاقة للحماية من الأشعة الشمسية صيفاً وتعظيمها شتاءً بالإضافة إلى تقليل الحرارة المفقودة من الداخل للخارج شتاءً.

- التحكم فى عزل زجاج النوافذ بغرض ترشيد الطاقة.

- استخدام الأرفف الضوئية لتعظيم الأشعة المنعكسة المكتسبة شتاءً.

- التظليل الداخلى للنوافذ

- وسائل التظليل الخارجى للنوافذ

- كاسرات الشمس الأفقية والرأسية الثابتة

- كاسرات الشمس المتحركة

٦) الاستخدام السلبى للأشعة الشمسية (Solar Passive Architecture)

- استخدام الحوائط والمجمعات الشمسية والخلايا الشمسية بغرض:

(Use of Solar Walls, Roof collectors and photo Cells)

- تعظيم الحرارة المكتسبة شتاءً

- الاستفادة من الطاقة الشمسية لتسخين المياه وتوليد الطاقة.

١-٣-٢-٣ تقنيات التبريد السلبى صيفا *Passive Cooling Techniques*

أ - تقنيات التبريد بواسطة التظليل والتبخير عن طريق:

- استخدام المزروعات للغطاء الأرضى.
- استخدام رشاشات المياه.

ب - تقنيات التبريد بواسطة التظليل الشمسى عن طريق :

- تقليل الأشعة المنعكسة من الأرض وأسطح المبانى المواجهة لشمس الصيف.
- استخدام تضاريس الموقع والمبانى المجاورة والأشجار.
- تشكيل وتوجيه غلاف المبنى لتقليل التعرض لشمس الصيف.
- استخدام مواد عاكسه للأسطح المواجهة لشمس الصيف.
- تظليل الزجاج "التحكم الشمسى للنوافذ".

جـ - التهوية الطبيعية عن طريق :

- الحمل الحرارى أو الطبيعى :

يحدث عن طريق الانتقال الحرارى بواسطة القوى الحرارية المسببة لضغوط الرياح أو لفرق الضغط الناتج عن اختلاف درجات الحرارة بين داخل المبانى وخارجها. ويتأثر معدل التهوية بسرعة الرياح واتجاهها ويمكن التحكم فى التهوية الطبيعية لفراغات المبانى يدويا عن طريق التحكم فى غلق الشبابيك والأبواب فى غلاف المبنى نهاراً وفتحها ليلاً صيفاً ليتم طرد الهواء الساخن الداخلى وتبريد الفراغات المعمارية بالتهوية الليلية.

- الحمل المدفوع :

ويحدث عن طريق الانتقال الحرارى المدفوع بواسطة الاختلافات فى ضغط الهواء ويتطلب تحكم أتوماتيكى بواسطة تشغيل المراوح أو نظم التهوية الميكانيكية. ويعتبر الحمل المدفوع ضرورى ولازم للمبانى الكبيرة لتجديد الهواء الداخلى والتحكم فى نسب التلوث.

١-٣-٢-٤ تقنيات التسخين السلبى للمبانى شتاءً :

Passive Heating Techniques

أ - حاجزات الرياح :

- استخدام طبوغرافية الموقع والمزروعات والمبانى المجاورة والأشجار للحماية من رياح الشتاء.
- تشكيل وتوجيه غلاف المبنى لتقليل دوامات الرياح شتاءً.
- استخدام مداخل حاجز الرياح.

ب - الشبابيك والحوائط الشمسية :

- تعظيم الشبابيك الجنوبية والأسطح العاكسة، واستخدام الإضاءة العلوية (الشخشيخة) لاكتساب الشمسية الشتوية بالإضافة إلى الإضاءة الطبيعية.
- تشكيل وتوجيه غلاف المبنى.
- استخدام مواد ذات قدرة عالية لتخزين الحرارة المكتسبة.
- استخدام الحوائط والمجمعات الشمسية الموجهة جنوبا.

جـ - تصميم الغلاف الخارجى للمبانى :

- تظليل نسبة مسطح الغلاف الخارجى للحجم الداخلى للمبنى.

- استخدام فراغات الأسقف المزدوجة والبدرومات كمناطق عازلة بين الداخل والمناخ الخارجي والأرض.

- تقليل الفتحات فى الواجهات الشمالية والشرقية والغربية والتحكم فى عزل زجاج النوافذ.

- اختيار مواد عازلة لمقاومة سريان الحرارة.

- استخدام مواد ذات قدرة عالية للتحكم فى سريان الحرارة.

- تطوير تفاصيل المبنى والفتحات لمنع تسريب الهواء من الداخل إلى الخارج.

- تزويد المبنى بممرات هوائية لاسترجاع الهواء الساخن، وتزويد المبنى بممرات تهوية لسريان الهواء من وإلى الفراغات الخاصة للأجهزة.

١-٣-٢-٥ تقنيات التبريد والتسخين

Heating & Cooling Techniques

أ - الفراغات الداخلية والخارجية :

- تزويد المبانى بمسطحات شبه محمية خارجية لتلطيف المناخ على مدار العام.

- توجيه الغرف والفراغات بحيث تتوافق مع التوجيه الشمسى.

ب - المبانى المحيطة بالتربة :

- البناء تحت الأرض أو رفع التربة أعلى سطح المبانى.

- استخدام الأسطح المزروعة فوق المبانى.

١-٣-٣ مواد البناء المتاحة فى مصر وترشيد الطاقة فى المبانى

تعتبر مواد البناء إحدى المتطلبات الرئيسية اللازمة لتحقيق احتياجات التوسع العمرانى فى مصر.. كما أن توفير مواد البناء من المصادر الطبيعية المتاحة محليا أو عن طريق التصنيع المحلى يعتبر أحد الأسس الاقتصادية فى تنفيذ خطط التنمية وخاصة فى قطاع البناء والتشييد.

وتهدف الدراسة الحالية إلى التعرف على الخامات الطبيعية المتاحة فى مصر والتى يمكن استخدامها فى أعمال البناء أو فى إقامة صناعات لمواد البناء وبما يمكن أن يحقق الاحتياجات سواء على المستوى المحلى (فى مناطق التعمير) أو يمكن أن تحقق احتياجات المحافظات المجاورة التى لا تتوافر بها الخامات اللازمة وبشرط توافر جدوى استحداث هذه الأنشطة.

وتوجد عدة عوامل تحكم الاستغلال الأمثل لمصادر الخامات الطبيعية مثل :

- توافر الخامات بالكميات والتركيب والخواص التى تلائم مجال الاستخدام.

- اقتصاديات الاستخراج والاستغلال ونقل الخامة والتصنيع.

- القرب من مواقع التجمعات السكانية وحجم الاحتياجات الحالية والمستقبلية.

- مدى توافر عناصر البنية الأساسية كالمياه والكهرباء ومصادر الطاقة بشكل عام.

١-٣-٣-١ خامات مواد البناء :

أ- تصنيف عام للخامات الطبيعية المستخدمة تقليدياً فى مصر فى صناعة البناء

١-الركـــام:

يمكن تعريف الركام على أنه المادة المالئة للخلطة الأسمنتية وتتكون من حبيبات صخرية لها مميزات محددة من حيث القطر والتدرج الحبيبى والخواص الطبيعية والميكانيكية وكذا التركيب الكيمائى بما يتلاءم مع الأغراض التى تصمم من أجلها.

ويقسم الركام إلى ركام طبيعى : وهو الركام المأخوذ من المحاجر الطبيعية بدون إدخال أى عمليات صناعية عليه تغير من حالته الطبيعية وذلك مثل الرمال والزلط وكسر الأحجار الجيرية والجرانيتية وغيرها وكذا الحجر الخفاف، وركام مصنع : ويشمل عدة أنواع وفقا لعمليات المعالجة التى تدخل عليها مثل الليكا ونواتج كسارات الأحجار المختلفة وركام خبث الأفران ومخلفات الفحم المحترق. ويقسم الركام أيضا تبعاً لحجم الحبيبات إلى ركام صغير وركام كبير وآخر شامل للنوعين السابقين.

أ- الرمـــال :

تعتبر الرمال من مواد البناء الشائعة الاستخدام وتختلف فى الشكل والحجم والتركيب وتوزيع الحبيبات المكونة لها ونسب الشوائب.. وتتواجد الرمال فى مصر كترسيبات فى مناطق عديدة مثل شواطئ البحار ونهر النيل وكغطاء سطحى للأنواع الأخرى من الصخور أو على هيئة كثبان رملية.

وبالنسبة للرمال السيليسية التى يصل محتواها من السيلكا إلى ٨٠٪ أو أكثر فإنها تستخدم فى أعمال البناء العامة والصناعات التالية :- (صناعة الطوب الرملى والأسمنتى والطفلى - أعمال الخرسانة - المون - البلاط والترابيع الأسمنتية - السيراميك).

وتستخدم الرمال السيليسية ذات درجات النقاء العالية (أكثر من ٩٨٪ سيلكا) فى صناعة الزجاج.

ب- الـــزلط :

ويدخل بصفة خاصة فى صناعة الخرسانة - كما يستخدم الزلط الرفيع فى صناعة الطوب الأسمنتى أحياناً.

٢-الطـوب الأسمنتى:

يمكن استخدام الرمال المتواجدة بسيناء فى صناعة الطوب الأسمنتى كركام صغير

ضمن الخلطة الأسمنتية للطوب الأسمنتى، وذلك بعد مراعاة نسبة الأسمنت المضافة فى الخلطة وأسلوب التشكيل والمعالجة.

٣-الترسيبات الجيـرية:

الأحجار الجيرية هى أحد الأنواع الأكثر شيوعاً من أنواع الصخور الرسوبية وهى تتكون أساساً من كربونات الكالسيوم وتحتوى على بعض كربونات الماغنسيوم والمواد السليكاتية مثل حبيبات الكوارتز، ويمكن ذكر المتوسط العام لتركيب الأحجار الجيرية كالآتى : حوالى ٩٢٪ كالسيوم وكربونات ماغنسيوم، ٥٪ أكسيد سليكون، وعادة ما تكون نسبة كربونات الماغنسيوم صغيرة جداً إلا إذا كان الصخر من النوع الدلوميتى أو يكون دولوميت.

وتتميز الأحجار الجيرية عادة بتواجد كمية من الحفريات والأصداف البحرية بها، ويمكن تمييزها بواسطة نصل السكين الذى يحدث شروخاً بالصخر وأيضا عن طريق إضافة كمية من حمض الهيدروكلوريك المخفف الذى يحدث مع إضافته فوران نتيجة خروج ثانى أوكسيد الكربون (وذلك فيما عدا الدولوميت).

والأحجار الجيرية اسم لصخور مكونها المعدنى الأساسى الكالسيت المتبلور أو الأراجونيت (كربونات الكالسيوم) أو مكونها الأساسى كربونات كالسيوم عديمة التبلور، وأحياناً يتكون الحجر الجيرى من تجمع لأجزاء من الحفريات والأصداف البحرية الهياكل الكلسية سواء كانت هياكل كاملة أو مهشمة.

ويدخل الحجر الجيرى فى صناعة المبانى من الدبش - والنشر الآلى لبلوكات الطوب، كما يستخدم كسر الحجر (الركام) فى صناعة الطوب الأسمنتى - وتستخدم البودرة الناتجة عن التكسير أحياناً فى صناعة البلاط، وترسيبات الأحجار الجيرية تعتبر أساسية فى صناعة الجير (الحى والمطفى) وفى الأسمنت والبويات.

٤-الترسيبات الطفلية:

تعتبر الصخور الطينية واحدة من الصخور الرسوبية الواسعة الانتشار والتى تتكون نتيجة فعل عوامل التجوية أو التعرية الطبيعية مثل الرياح والمياه والمحاليل للصخور الأساسية (النارية والمتحولة)، وهذه الصخور الطينية إما أن تكون صخور متكونة فى مكان الصخر الأم (Mother Rock) وفى هذه الحالة تسمى بالصخور الطينية المتبقية أو تنقل من مكانها عن طريق عوامل النقل المختلفة مثل المياه والرياح وترسب فى أحواض ترسيبية جديدة فى وديان الأنهار والدلتات أو فى البحار والبحيرات وتسمى فى هذه الحالة بالصخور الطينية المنقولة (Transported) وعلى هذا يمكن تقسيم النوع تبعاً لمكان أو حوض الترسيب إلى صخور طينية بحرية وبحرية ونهرية و... وغيرها. وعموماً تعرف كلمة طين (Clay) على أنها نواتج التعرية الطبيعية (Natural Weathering) للصخور السليكاتية والتى تحتوى أساساً على سليكات مائية للألومنيوم (Hydrous Aluminium Silicates) ولها خواص بلاستيكية عندما تخلط بالماء (أى سهلة التشغيل) وتتكون من حبيبات أغلبها يقل قطره عن ٢ميكرون... وأهم ما يميز الصخور الطينية اللون والنسيج والتركيب المعدنى والكميائى.

وتوجد عدة مجالات لاستخدام هذه الطفلات وذلك طبقا للمعادن المكونة لها ودرجة نقائها، فطفلة الكاولين النقية تستخدم فى صناعتى الصينى والبويات، وطفلة البنتونيت تستخدم أساساً فى تبطين آبار البترول. أما الأنواع التى تحتوى على أكاسيد حديد فإنها تستخدم فى صناعة الطوب الطفلى، كما تستخدم أيضا فى صناعة الخزف والمواسير الفخارية وتدخل فى صناعة الأسمنت.

وحديثا تم استخدام بعض الأنواع من الطفلة بعد معالجتها بطرق خاصة لإنتاج حبيبات الركام الخفيف (Loca) حيث تدخل فى بعض الصناعات مثل الخرسانة والطوب الأسمنتى.

أ- الطفلة الصحراوية :

وتدخل فى صناعة الطوب الطفلى وصناعة الأسمنت وصناعة الركام الخفيف (الليكا).

ب- الكـــاولين:

ويدخل فى صناعة السيراميك والحراريات كما يمكن استخدام الأنواع غير النقية فى صناعة الطوب الطفلى.

٥-الترسيبات الجبسية:

يعرف الجبس على أنه كبريتات الكالسيوم المائية، ويستخدم الجبس فى مصر فى عدة مجالات منها صناعة المصيص وصناعة البلوكات الجبسية وفى استصلاح الأراضى الزراعية المالحة وغيرها.

ويعتبر الجبس مادة لاحمة هامة فى أعمال البناء وفى صناعة مواد بناء الحوائط. وقد أظهرت المعلومات الجيولوجية والدراسات المختلفة تواجد الجبس بكميات كبيرة فى مصر.

٦-الصخور البازلتية:

تتواجد الصخور البازلتية أساساً فى محافظة جنوب سيناء وفى موقعين متميزين هما منطقة جبل الماتلا ومنطقة جبل تكنا.

ويستخدم كسر البازلت فى عمل الخرسانات الخاصة والبلاط وفى رصف الطرق.

٧-الرخام:

يطلق الرخام على الأنواع المختلفة من الصخور التى يمكن تقطيعها إلى ألواح قابلة للصقل والتلميع وخالية من العيوب التركيبية مثل التشققات أو الجيوب اللينة والأنواع

المعروفة والشائعة الاستخدام هى الأحجار المتحولة التى تستخدم فى الزينة والسربنتين والنيس والجرانوديوريت والدايوريت... إلخ.

والاستخدامات الشائعة للرخام مثل أعمال التكسية الداخلية للمبانى والخارجية أيضاً المتمثلة فى الواجهات على هيئة بلاطات، واستخدام الركام الناتج منها فى تصنيع البلاط.

وبدراسة الصخور الرخامية والتى تتواجد فى شبه جزيرة سيناء ذات الاحتواء المتحول والتركيب الكربوناتى والتى تستخدم عادة كأحجار زينة، وجد من المعاينات والمشاهدات الحقلية لمواقع هذه الصخور أنها تتدرج من الأبيض الناصع إلى الأبيض المطعم والسمنى والكريمى والأسود الداكن.

ويستخرج الرخام فى مصر من عدة مصادر طبيعية منها الأحجار الجيرية المتبلورة والمتحولة حيث ينتج منها بتشينو الزعفرانة وأسيوط وبنى سويف وأبيض وأسود وأدفو والجرانيت وبعض أنواع السربنتين والأمبريال بورفرى، ويستخدم الرخام فى بعض أعمال التشيطب وفى صناعة البلاط.

٨- الصخور الجرانيتية:

تتواجد هذه الصخور بشبه جزيرة سيناء فى مناطق متعددة وخاصة فى جنوب سيناء وتقع غالباً فى جبال متوسطة إلى عالية الارتفاع وتكون غالباً ذات أحرف حادة مكسرة يعلوها الكثير من نواتج التجوية والتعرية الطبيعية وتمتد هذه الجبال إلى عدة كيلو مترات.

وتتواجد هذه الصخور فى شبه جزيرة سيناء أيضاً فى عدة أنواع حسب ألوانها المختلفة والتى يحددها تركيبها المعدنى وغير ذلك، فمنها الأبيض والوردى المبيض والسمنى واللحمى وغيرها.

ويستخدم بكثرة فى أعمال التكسية الداخلية للمبانى الخارجية أيضاً المتمثلة فى الواجهات إما على هيئة بلاطات أو باستخدام الركام الناتج عنها فى أعمال البلاط.

أنواع مواد البناء ومواقع تواجدها فى مصر

تم حصر الأنشطة المختلفة فى استغلال مصادر الخامات الطبيعية فى مصر ويعطى الجدول رقم (١-٣) الأنواع المختلفة للخامات المستخدمة فى مواد البناء والتشييد سواء المصنعة أو التى تتطلب تجهيزاً بسيطاً قبل الاستخدام ومواقع تواجد هذه الخامات والموقف من استغلالها اقتصادياً.

م	مادة البناء	الخامات الطبيعية	مواقع التواجد
١	الرمال	– الرمال المستخدمة فى أعمال المبانى – رمل زجاج	على طول الساحل الشمالى من العريش حتى رفح جبل الحلال – المشرح – المغارة.
٢	الركام	ركام خفيف (حجر خفاف) ركام طبيعى من مصادر طبيعية مختلفة	سبيكه – رمتنه – الحسنة – سهل – الريان أبو عجيبه – الجفجافه – المليز
٣	الجبس	– جبس – أنهيدريت	رأس سدر – رأس ملعب
٤	خامات جيرية	– حجر جيرى – دولوميت – رخام	جبل لبنى – جبل الحلال – الحسنه – وادى غرندل – جبل يلق
٥	خامات الطفلة	طينه نيلية طفلات صحراوية كاولين	سهل الطينه المغارة – الريان – الحسنة جبل مسبع سلامة – العسيلة
٦	البازلت		جنوب سيناء – أبوزنيمه
٧	الجرانيت		جنوب شرق سيناء

جدول رقم (١ - ٣) أنواع خامات مواد البناء ومواقع تواجدها فى مصر بشكل عام

١-٣-٣-٢ تصنيف المواد تبعا لاستهلاكها للطاقة:

هناك دراسات كثيرة تركز على عملية تقدير الطاقة المستهلكة فى إنتاج مواد البناء ونجد أن معظم هذه الدراسات قد بدأت فى أوائل السبعينات عندما بدأ التوجه بجدية نحو ترشيد استهلاك الطاقة.

ونجد فى معظم الأحيان أن الطاقة المستخدمة فى إنتاج المواد تكون عبارة عن خليط من الطاقة الكهربائية والحرارية لذا فق د استقر الرأى على الأخذ فى الاعتبار الطاقة الأولية المستخدمة إما لتحويل الطاقة أو لمراحل الإنتاج.

وتم تصنيف المواد من ناحية استهلاكها للطاقة على أساس شدة الطاقة والتى هى عبارة عن الطاقة الكلية التى يحتاجها إنتاج وحدة الوزن من المادة. لذا فقد تم تصنيف المواد إلى ثلاثة أقسام هى :

١) مواد عالية الطاقة (مواد يزيد استهلاكها للطاقة عن ٥جيجا جول/طن).

٢) مواد متوسطة الطاقة (مواد تتراوح شدة استهلاكها للطاقة عن ٥ر٠ إلى ٥ جيجا جول/طن).

٣) مواد قليلة الطاقة (مواد تقل شدة استهلاكها للطاقة عن ٥ر٠ جيجا جول/طن).

ويوضح جدول (١-٤) تصنيف بعض مواد البناء المستخدمة على مستوى العالم تبعاً لاستهلاكها للطاقة.

جدول (١-٥) وجدول (١-٦) يوضحان استهلاك الطاقة اللازمة لإنتاج بعض المواد المعدنية والأولية فى بعض بلاد العالم.

إن ترشيد الطاقة فى المبانى يبدأ باختيار أنسب المواد الموفرة للطاقة كما يجب أن يؤخذ فى الاعتبار النظم والمكونات الأخرى فى المبنى ولقد قامت دراسات كثيرة على مستوى العالم لحساب كمية الطاقة اللازمة لإنتاج بعض مكونات المبانى من حوائط

وأسقف وأرضيات وتوضح الجداول من (١-٧) إلى (١-١٠) كمية الطاقة المستهلكة لإنتاج بعض هذه العناصر لتعطى صورة جيدة للمصممين عند اختيار وتصميم المبانى.

المـــــواد	كمية الطاقة المستهلكة جيجا جول/طن
١) مواد عالية الطاقة	
الألومنيوم	٢٠٠ - ٢٥٠
البلاستيك	٥٠ - ١٠٠
الحديد	٣٠ - ٦٠
الأسمنت	٥ - ٨
٢) مواد متوسطة الطاقة	
الجير	٣ - ٥
الطوب الطفلى	٢ - ٧
الطوب الأسمنتى	٢ - ٨
٣) مواد قليلة الطاقة	
الرمل	< ٠ر٥
الزلط	< ٠ر٥
التربة الطينية	< ٠ر٥
الحجر	< ٠ر١

جدول (١-٤) مقارنة بين كمية الطاقة المستهلكة لأنتاج بعض المواد

المـــــواد	الطاقة الأولية المستهلكة جيجا جول/طن
١) الحديد	
* حديد مصنع (المانيا)	٢٥.٨٠
* حديد تسليح (المانيا)	٣٠.١٠
* حديد تسليح (إنجلترا)	٣٥.٩٠
* قطاعات حديد (إنجلترا)	٣٩.٥٠
* حديد مجلفن (أمريكا)	٦٤.٥٠
٢) الألومنيوم	
* الألواح (المانيا)	٢٦١.٠٠
* منتجات نهائية (إنجلترا)	٢٧٠.٠٠
* الألواح (أمريكا)	٢٧٠.٠٠
٣) معادن أخرى	
* نحاس (إنجلترا)	١١٥.٠٠
* الرصاص (إنجلترا)	٣٠.٠٠
* الزنك (إنجلترا)	٧٠.٠٠

جدول (١-٥) مقارنة بين كمية الطاقة المستهلكة لأنتاج بعض المواد المعدنية

المـــــــواد	الطاقة الأولية المستهلكة جيجا جول/طن
* الرمل (إنجلترا)	٠ر٠٣ – ٠ر٣
* الزلط المتدرج (الهند)	٠ر٢٢
* رمل المبانى (الهند)	٠ر٠١٥
* كسر الحجر (الهند)	٠ر١
* الحجر المنحوت (كينيا)	٠ر١
* الطوب النيئ (الأرجنتين)	٠ر٠٠٢
* الطوب النيئ المقوى بالأسمنت (٥٪)	٠ر٣٥
* الطوب النيئ المقوى بالأسمنت (١٥٪)	٠ر٧٠

جدول (١-٦) الطاقة المستهلكة لإنتاج بعض المواد الأولية

الرقم	نوع الأرضية	المواد المستخدمة	الكميات	كمية الطاقة (كيلو كالورى)	المقارنة
١	أرضية خرسانية عادية سمك ٤سم	أسمنت (شكارة) رمل (م٣) زلط (م٣)	٣٠ر٠٠ ٠ر١٧٨ ٠ر٣٥٦	٣٢٦ر٧×$١٠^{٣}$	١٠٠
٢	أرضية رخام سمك ٢سم على مونه سمك ٣سم	أسمنت (شكارة) رمل (م٣) زلط (م٣) رخام (م٣)	٣٢ر٠٠ ٠ر١٤ ٠ر٢٨ ٢ر٨٠	٣٥١ر٣١×١٠	١٠٧ر٥

جدول (١-٧) مقارنة بين كمية الطاقة المستهلكة لبعض أنواع الأرضيات
(الوحدة ١٠ متر مسطح من الأرضية)

الرقم	نوع الأرضية	المواد المستخدمة	الكميات	كمية الطاقة (كيلو كالورى)	المقارنة
١	طوب سمك٢٣سم	طوب (بالطوبه) أسمنت (طن) رمل(م٣)	١١٣ر٠٠ ٠ر٠٢٤ ٠ر١٠	١ر٦ × $١٠^{٥}$	١٠٠
٢	حجر منحوت سمك ٣٥سم	حجر (م٣) أسمنت (طن) رمل (م٣)	٠ر٤١ ٠ر٤٢ ٠ر١٨	٠ر٨١×$١٠^{٥}$	٥١
٣	حجر غشيم سمك ٢٠سم	حجر (م٣) أسمنت (طن) رمل (م٣) زلط رفيع (م٣)	٠ر٠٨ ٠ر٠٢٧ ٠ر١٠ ٠ر١٠	٠ر٦٠×$١٠^{٥}$	٣٨

جدول (١-٨) مقارنة بين كمية الطاقة المستهلكة لبعض أنواع الحوائط

(الوحدة ١ متر مسطح من الحائط)

الرقم	نوع الأرضية	المواد المستخدمة	الكميات	كمية الطاقة (كيلو كالورى)	المقارنة
١	سقف خرسانى	أسمنت (شيكارة رمل م^{٣}) زلط متدرج (م٣) حديد(كجم)	٨١ر٠ ٠٦ر٠ ١٠ر٠ ٧٣٦ر٥	١٢٤ر٤٢ × $١٠^{٣}$	١٠٠
٢	سقف خرسانى (بلاطات مفرغة)	أسمنت (شيكارة رمل (م٣) زلط متدرج (م٣) طوب (طوبة) حديد (كجم)	٥٣ر٠ ٠٤ر٠ ٠٦ر٠ ٠٠ر٢٦ ٠٤ر٥	١١٦ر٥×$١٠^{٣}$	٩٤

جدول (١-٩) مقارنة بين كمية الطاقة المستهلكة لبعض أنواع الأسقف
(الوحدة ١ متر مسطح من السقف)

الرقم	نوع الأرضية	المواد المستخدمة	الكميات	كمية الطاقة (كيلو كالورى)	المقارنة
١	مونة أسمنتية	أسمنت (طن) رمل (م٣)	٢٥ر٠ ٠٧ر١	٨٢ر٤ × $١٠^{٥}$	١٠٠
٢	مونة أسمنتية جيرية	أسمنت (طن) رمل (م٣) جير (طن)	٢٥ر٠ ٠٧ر١ ١١٣ر٠	٥٣ر٦×$١٠^{٥}$	١٣٥ر٤

جدول (١-١٠) مقارنة بين كمية الطاقة المستهلكة لبعض أنواع المون

٢
العوامل المناخية فى مصر

٢

العوامل المناخية فى مصر

٢- العوامل المناخية فى مصر

يهدف هذا الجزء إلى التعرف على السمات التى يفرضها المناخ على مواد الإنشاء والتشكيل المعمارى، وذلك بمراعاة عوامل الراحة الحرارية والتصميم البيئى للمنشأ. ويشمل هذا الجزء الأقسام الآتية :

٢-١ عناصر المناخ فى مصر

٢-٢ الراحة الحرارية

٢-٣ تقسيم الأقاليم المناخية فى مصر

٢-٤ الأشعة الشمسية

وفيما يلى شرح موجز لهذه الأقسام :-

٢-١ عناصر المناخ فى مصر

تتحدد عناصر المناخ الأساسية اللازمة لدراسة راحة الإنسان والتصميم المناخى فى الآتى:-

- الإشعاع الشمسى
- درجة حرارة الهواء
- البخر والرطوبة
- الرياح
- الأمطار

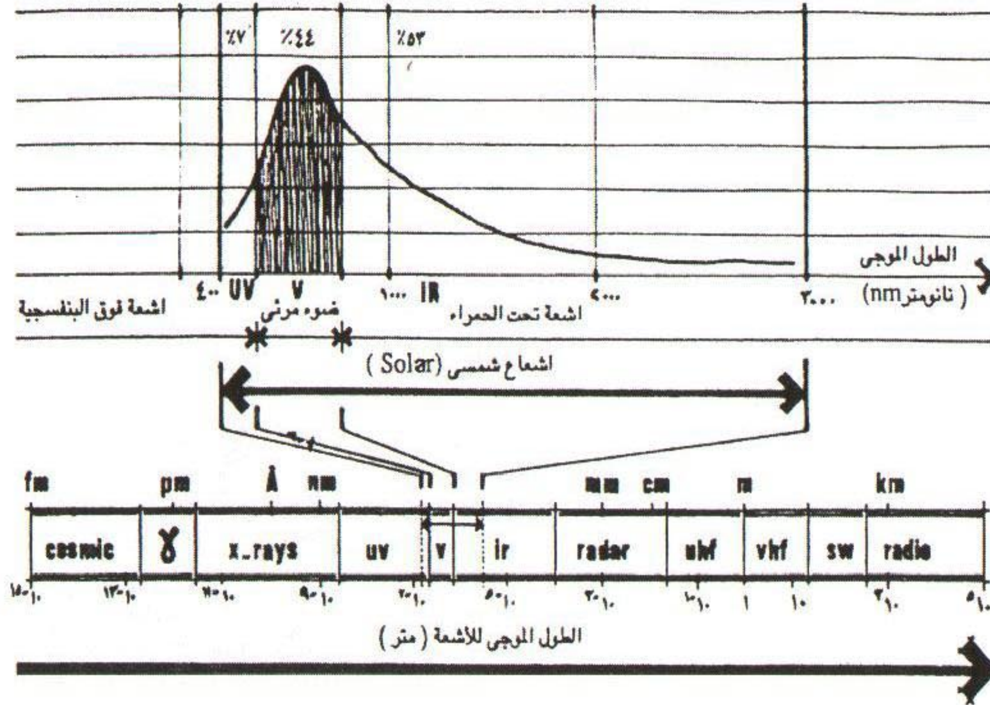
ولتحديد خصائص المناخ لأى موقع يلزم توافر البيانات المناخية التى تشمـ المتوسطات الشهرية للقيم العظمى والصغرى لجميع العناصر المناخية السابقة.

وبجانب دراسة العوامل المناخية فى مختلف مناطق مصر، يراعى عند التصميم المناخى تأثير العوامل المحيطة بالموقع على المناخ المصغر (Micro Climate) الخاص به مثل طبيعة التضاريس وخصائص سطح الأرض سواء كانت طبيعية أو صناعية وما يحتويه الموقع من مبان وأسوار وأشجار.

٢-١-١الإشعاع الشمسى

تعتبر أشعة الشمس من أهم عناصر المناخ، حيث تتأثر بها معظم العناصر المناخية الأخرى، وتنتقل طاقة الإشعاع الشمسى فى صورة موجات كهرومغناطيسية ذات مدى متسع من الأطوال الموجية (يتراوح من ٢٠٠ نانومتر(١) حيث الأشعة فوق البنفسجية، حتى ٣٠٠٠ نانومتر حيث الأشعة تحت الحمراء) وتزداد الكثافة الإشعاعية داخل مجال طيف الضوء المرئى عند طول موجى ٥٠٠ نانومتر، ويوضح ذلك شكل (٢-١). وتسمى قيمة الإشعاع الشمسى على السطح الخارجى للغلاف الجوى بالثابت الشمسى وتبلغ ١٣٩٥ وات/م٢ على السطح العمودى على الأشعة.

وتقل شدة الإشعاع الشمسى خلال مروره بطبقات الغلاف الجوى لما تحتويه من رطوبة وبخار ماء وغبار وأتربة. وتتغير قيمة الفقد فى الإشعاع الشمسى مع تغير طول مسار الأشعة داخل الغلاف الجوى، تبعاً لزاوية ارتفاع الشمس (Altitude) والارتفاع عن منسوب سطح البحر.

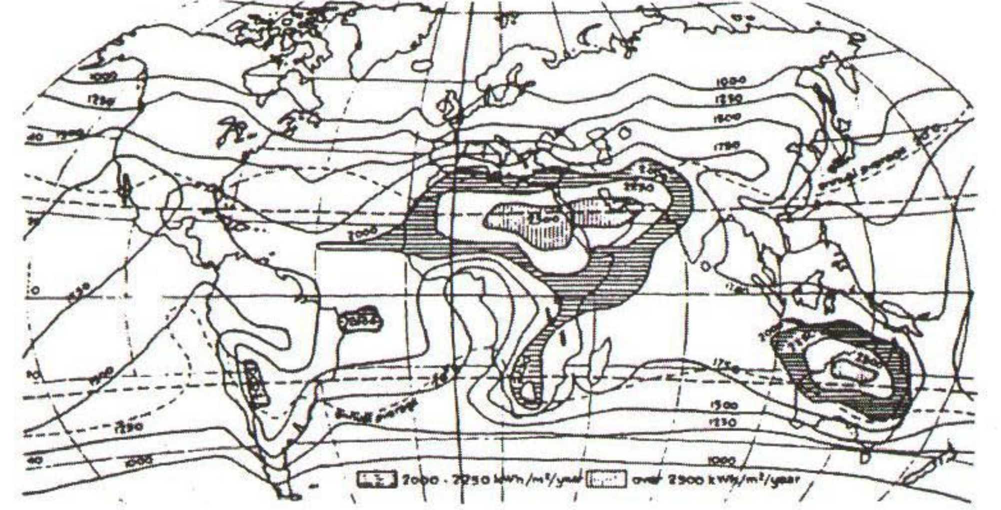


شكل (٢-١) مجال طيف الاشعاع الشمسى مقارن بالمجال الكامل لطيف الموجات الكهرومغناطيسية

(١) النانومتر : وحدة قياس أطوال ، وتساوى ١٠-٩ متر أو ١٠-٣ من الميكرون

(٢) تتغير قيمة الثابت الشمسى ، تبعاً لنشاط البقع الشمسية فى حدود ±٢٪ أو لتغير المسافة بين الشمس والأرض فى حدود ± ٣٫٥٪

كما يختلف إجمالى كمية الاشعاع الشمسى السنوى الساقط على موقع ما، تبعا لخط العرض الجغرافى والعوامل المناخية المحلية، ويوضح شكل (٢-٢) متوسط إجمالى الإشعاع الشمسى الساقط على المستوى الأفقى فى مختلف المناطق.



شدة إشعاع شمس ٢٠٠٠ – ٢٢٥٠ كيلو وات. ساعة/م٢ سنة.

شدة إشعاع شمسى أكبر من ٢٥٠٠ كيلو وات. ساعة/م٢. سنة

شكل (٢-٢) خريطة توضح المناطق ذات الإشعاع الشمسى الزائد

حساب زوايا الشمس على واجهات المبانى:

لتحديد موقع الشمس فى أى ساعة من ساعات النهار وفى أى شهر من شهور السنة نتبع الخطوات التالية:

١ – حدد موقع الشمس على المنقلة الدائرية المخصصة لخط العرض (المرفق هى المنقلة لخط عرض ٣٢° شمال أو جنوب).

مثال: يوم ٢٢ ديسمبر الساعة التاسعة صباحاً: ما هى زوايا الشمس الرأسية والأفقية؟ خط العرض ٣٢° شمال.

الحل : على الخط المبين عليه ٢٢ ديسمبر وتقاطعه مع الساعة التاسعة صباحاً حدد النقطة «أ» كما هو مبين على المنقلة، تقع هذه النقطة على الدائرة المركزية المكتوب عليها ٢٠° درجة، هذه هى زاوية إرتفاع الشمس فى هذا اليوم من الشهر ولمعرفة الزاوية الأفقية للشمس، وصل خط مستقيم من المركز ماراً بالنقطة «أ» حتى الدائرة الخارجية كما هو مبين بالرسم، تقاطع هذا الخط مع الدائرة الخارجية يحدد الزاوية الأفقية للشمس فى يذات اليوم وهى فى هذا التمرين ١٣٧° درجة مقاسه من الشمال فى إتجاه عقرب الساعة.

٢ إذا كان ممحور المبنى لا يتعامد مع إتجاه الشمال مويتجه إلى إتجاه آخر مثلا شمال جنوب بدلاً من شرق غرب تستخدم المنقلة النصف دائرية التى يجب أن يكون مطبوعة على بلاستيك شفاف.

أ – ضع مركز المنقلة النصف دائرية على مركز المنقلة الدائرية ستجد أن قوس المنقلة النصف دائرية ينطبق على قوس المنقلة الدائرية.

ب – أدر المنقلة النصف دائرية وهى فى موضعها حتى تنطبق قاعدتها على إتجاه جنوب شمال على المنقلة الدائرية لخط العرض ٣٢° شمالاً.

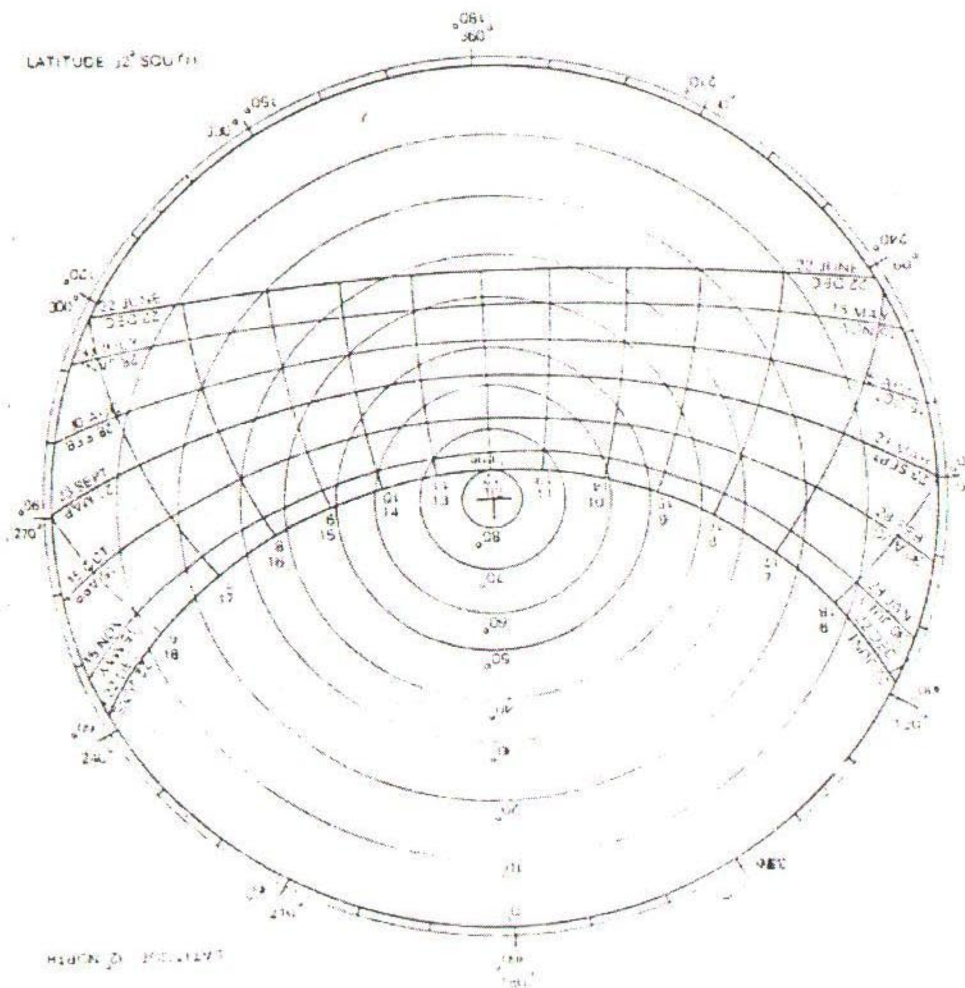
حـ- ستظهر النقطة التى حددناها سابقاً فى المسألة تظهر من خلال النصف دائرية الشفافة.

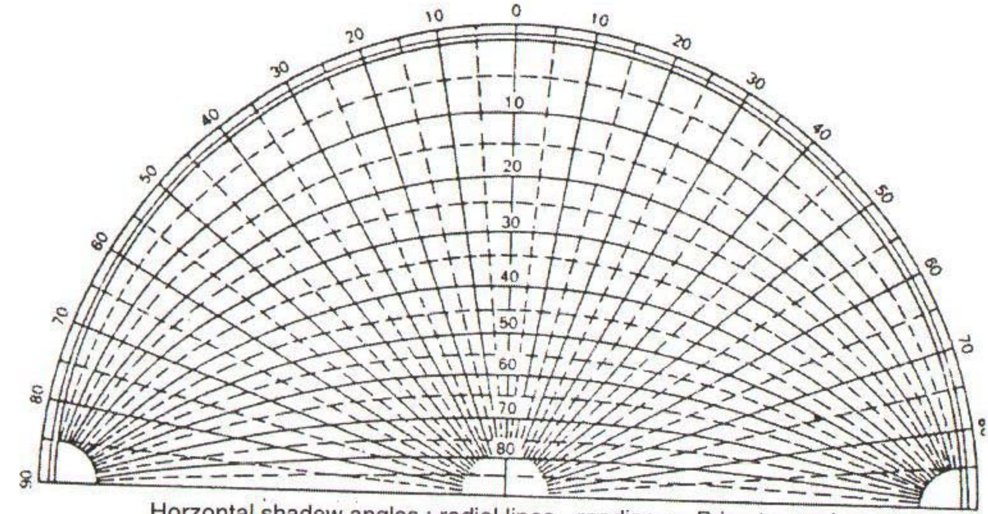
د - إقرأ زوايا الشـمس على المبنى من المنقلة النصف دائرية بحـيث أن الخطوط المستقيمة فى المنقلة تعبر عن الزاوية الأفقيـة للشمس على المبنى فى وضعـه الجديد والأقـواس تعبـر عن زاوية إرتفـا ع الشمس فى ذات اليـوم الموجـود فى المثـال أى ٢٢ ديسمبر السـاعـة التـاسعـة صبـاحـاً. لأن النقطة ستقـع فى تقـاطع القـوس مع الخط المستقيم.

هـ- فى هذا المثال عندما يتجه محور المبنى فى الإتجاه جنوب شمـال تكون زاوية الشمس الرأسية على المبنى هى ٢٨ْ درجة والأفقية ٤٥ْ.

و - من هذه الزوايا يمكن تصـميم المظلات الأفـقـيـة أو الزعـانف الرأسـيـة على الواجهات لتمنع الشمس من الدخول إلى عناصر المبنى.

ى - نستطيع معرفة زوايا الشمس على المبنى فى أى إتجاه للمبنى بإتباع الخطوات السابقة.

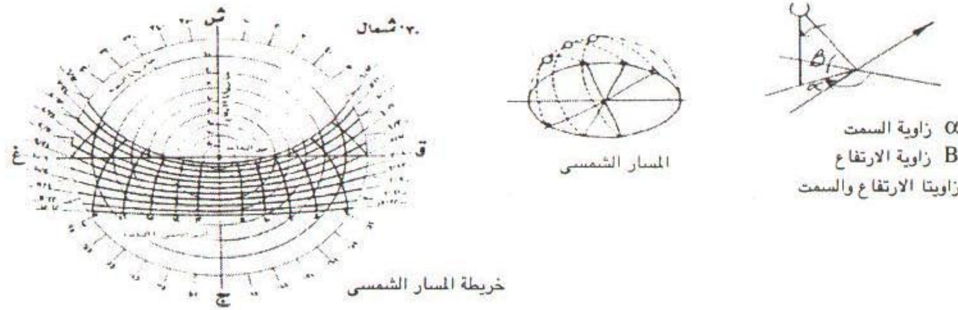




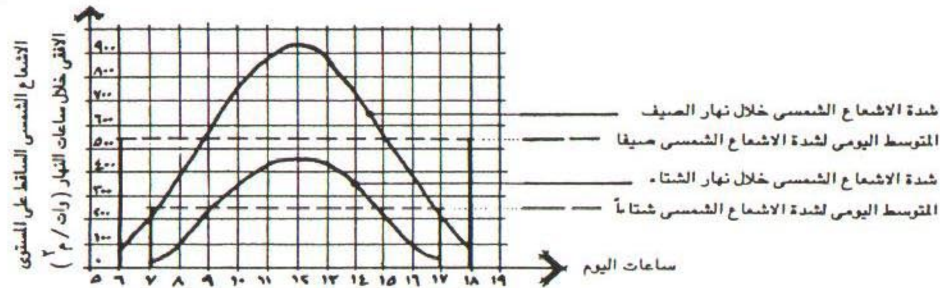
Horzontal shadow angles : radial lines - reading on Primeter scale
vertical shadow angles: arcual lines - 90º AT center. 0º at perimeter

وتتغير شدة الاشعاع الشمسى على مدار السنة فى أى موقع محدد، إلا أنه بصفة عامة يقل ذلك التغير فى المناطق المدارية. وتتغير شدة الإشعاع الشمسى خلال ساعات النهار، تبعا لزاوية ارتفاع الشمس على المستوى الأفقى وتستعمل خرائط المسار الشمسى (Solar Path Diagram) لتحديد زوايا ارتفاع الشمس خلال ساعات النهار بأى موقع، بمعلومية خط العرض الجغرافى. ويوضح الشكلان (٢-٣، ٢-٤) خريطة المسار الشمسى لمدينة القاهرة (٣٠° شمالاً) ومدى التغير فى شدة الإشعاع الشمسى المصاحب لذلك خلال ساعات النهار.

ويلاحظ أن إجمالى قيمة الإشعاع الشمسى اليومى يتأثر كذلك بمدة سطوع الشمس (Duration) ويقصد بها عدد الساعات الفعلية لظهور الأشعة المباشرة للشمس خلال النهار.



شكل (٢-٣) خريطة المسار الشمسى لمدينة القاهرة (٣٠° شمالاً)



شكل (٢-٤) تغير شدة الإشعاع الشمسى على المستوى الأفقى خلال ساعات النهار بمدينة القاهرة

٢-١-٢ درجة حرارة الهواء

يجب على المصمم الحصول على بيانات كافية تشمل متوسطات درجات الحرارة (بين النهار والليل). وبصفة عامة يكون اختلاف درجات الحرارة اليومى ذا مدى كبير بالمناطق الحارة الجافة ذات السماء الصافية، فى حين يكون ذلك الاختلاف صغير المدى بالمناطق أو الفترات الرطبة ذات السماء الملبدة بالغيوم. تتأثر درجة حرارة الهواء بدرجة كبيرة بمعدل تسخين وتبريد سطح الأرض بالموقع، حيث تنتقل الحرارة من سطح التربة إلى طبقة الهواء الملاصقة لها بالتوصيل، وتنتقل تلك الحرارة بدورها إلى الطبقات الأعلى مع تيارات الحمل، وبذلك تمثل مادة سطح الأرض، عاملا مؤثرا فى درجة حرارة الهواء القريب منها. كما تؤثر طبوغرافية الموقع بدرجة كبيرة على درجة الهواء، إذ يؤدى فرق فى الارتفاع قدره (٧-٨ أمتار) عن سطح الأرض إلى تقليل درجة حرارة الهواء بفارق (٥-٦)ْ س وذلك فى حالة سكون الرياح بالموقع.

ويتباين توزيع درجات الحرارة بمختلف المناطق المناخية فى مصر كما يلى:

يصل أقصى متوسط لدرجة الحرارة بمختلف مناطق مصر إلى ٣١ْس ويزيد فى أغلب المناطق الجنوبية خلال فترة الصيف (مايو - سبتمبر) وذلك لوصول هواء شديد الحرارة إليها بفعل المنخفضات الخماسينية ويستثنى من ذلك الجزء الشرقى من ساحل البحر المتوسط، نظرا لمرور الموجات الحارة بمنطقة الدلتا قبل الوصول اليه.

ويظهر تأثير البحر المتوسط فى تدفئة منطقة الساحل الشمالى شتاءً حيث تبلغ درجة الحرارة أدناها فى شهر يناير وتتقارب متوسطات درجات الحرارة بمدينة الاسكندرية (خط عرض ١٢َ ٣١ْ شمالاً) من نظيرتها لمدينة الأقصر (خط عرض ٤٠َ ٢٥ْ شمالاً) حول درجة حرارة ١٤ْس. ولا ترتفع متوسطات درجة الحرارة عن هذه القيمة خلال نفس الفترة إلا فى الطرف الجنوبى للبلاد نظرا لقربة من المنطقة المدارية. كما يظهر تأثير المناطق الساحلية على تقليل مدى التغير الحرارى اليومى بسواحل البحر الأحمر، حيث

تحول نسبة الرطوبة العالية بها دون انخفاض درجة حرارتها كثيراً فى الشتاء. ويظهر ذلك من تقارب متوسطات درجة الحرارة شتاء فى كل من القصير وقنا وهما على خط عرض متقارب، فى حين أن المدى اليومى فى قنا فى ذلك الشهر عن السنة يصل إلى ١٦ْس ولا يزيد فى القصير فى نفس الوقت عن ١٠ْس. نظراً لتأثير المناطق الساحلية فيما يعرف بنسيم البر والبحر.

وتزيد قارية المناخ (زيادة مدى التغير الحرارى السنوى) مع الابتعاد عن تأثير سواحل البحر إلى الداخل، فبينما تبلغ قيمة المدى الحرارى السنوى ٨-٩ْس فى الاسكندرية، يلاحظ أنه يصل إلى ٧-١٢ْس بالقاهرة و ٩-١٧ْس بالأقصر. ويزيد المدى عن ٢٠ْس فى الإقليم الصحراوى شديد الجفاف كما فى الواحات.

٢-١-٣ البخر والرطوبة

يقصد بالرطوبة محتوى بخار الماء الموجود بالهواء الجوى، والذى ينتج من عملية البخر للمسطحات المائية المكشوفة ورطوبة التربة والرطوبة الناتجة من عملية نتح النباتات (Transpiration).

ويتحدد لكل درجة حرارة معينة مدى لمحتوى الرطوبة التى يمكن حملها بواسطة الهواء فى صورة بخار، حيث تزيد قدرة الهواء على حمل الرطوبة مع إرتفاع درجة حرارته. وتقاس كمية بخار الماء فى الهواء بعدة مقاييس أهمها الرطوبة النسبية (Relative Humidity) وتعرف بالنسبة المئوية لكمية الرطوبة الموجودة فعليا فى حجم معين من الهواء إلى أقصى كمية رطوبة يمكن استيعابها عند التشبع. وذلك فى نفس ظروف الضغط الجوى ودرجة الحرارة. وتعطى الرطوبة النسبية صورة مباشرة عن إمكانية البخر، حيث تزيد فرصة حدوث تبريد بالبخر مع انخفاض الرطوبة النسبية بالهواء.

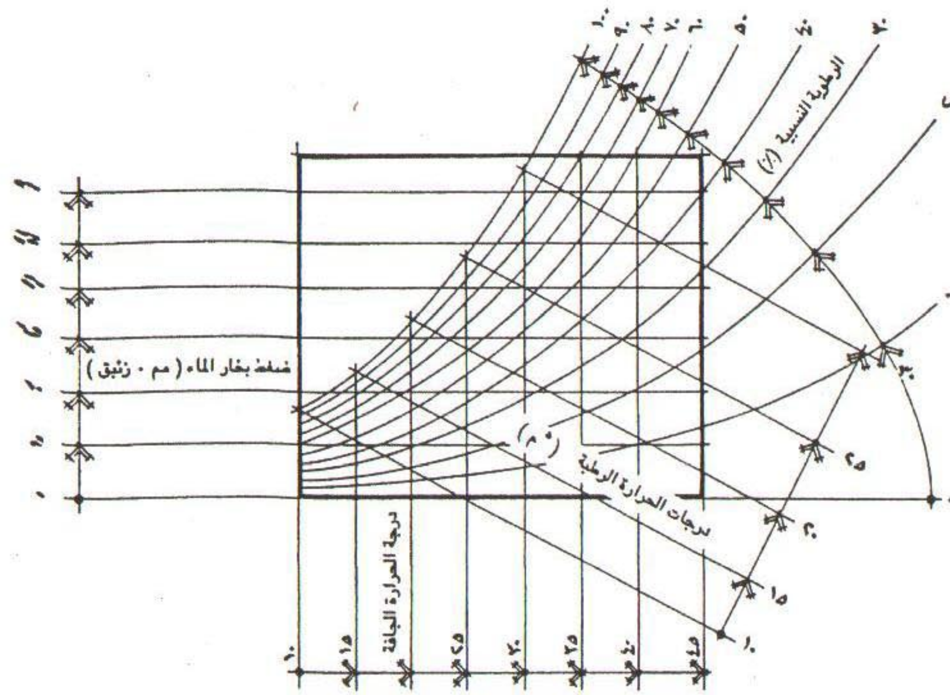
وتقل الرطوبة النسبية مع ارتفاع درجة الحرارة، لزيادة قدرة الهواء على حمل

الرطوبة. أما فى حالة انخفاض درجة حرارة الهواء تزيد الرطوبة النسبية، ومع زيادة الانخفاض تصل الرطوبة النسبية إلى ١٠٠٪ أى حالة التشبع، يبدأ بعدها حدوث تكثف للبخار الفائض على شكل قطرات مياه، وتسمى درجة الحرارة التى يبدأ عندها التكثف بنقطة الندى (Dew Point) وتقاس الرطوبة النسبية بجهاز السيكروميتر. ويوضح شكل (٢-٥) كيفية استخدام الخريطة السيكرومترية لتحديد الرطوبة النسبية بقياس درجة حرارة كل من الترمومتر الجاف والرطب.

وللحصول على صورة واضحة للرطوبة، تكفى البيانات التالية :-

- المتوسط الشهرى لأعلى رطوبة نسبية وتكون عادة فى الساعات الأولى من النهار.
- المتوسط الشهرى لأقل رطوبة نسبية وتكون فى فترة بعد الظهر بحوالى ساعتين.

وتمثل منطقة ساحل البحر الأبيض المتوسط أكثر المناطق فى مصر ارتفاعا فى الرطوبة النسبية فى جميع شهور السنة، هذا بالإضافة إلى أنها تزيد كلما اتجهنا شرقا وتنخفض بصورة سريعه كلما اتجهنا جنوبا، حيث يلاحظ أن المتوسط السنوى للرطوبة النسبية فى الاسكندرية يصل إلى (٧٠٪) فى حين يقل كثيراً فى المناطق الجنوبية فيصل فى أسوان إلى (٢٧٪).



شكل (٢-٥) استخدام الخريطة السيكرومترية فى قياس الرطوبة النسبية

(١) يمكن تحديد هذه المقاييس علاوة على الرطوبة النسبية فى الآتى :
الرطوبة المطلقة (Absolute Humidity) وتعرف بوزن بخار الماء فى حجم معين من الهواء (جرام/م٣)
الرطوبة النوعية (Specific Humidity) ويعرف بوزن بخار الماء فى وزن معين من الهواء (جرام/كجم)
ضبط بخار الماء (Vapour Pressur) ويعرف بمقدار جزء من الضغط الجوى يكون بخار الماء وحده المسئول عن وجوده .

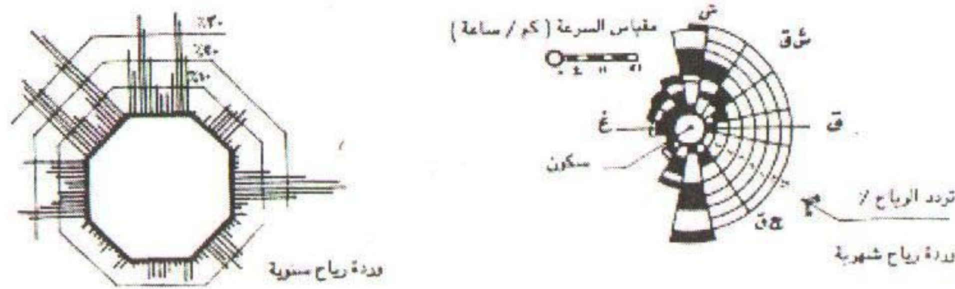
٢-١-٤ الرياح

تتأثر الرياح بالتغيرات الموسمية فى الضغط الجوى بين المناطق وبالتغيرات اليومية فى تسخين وتبريد المسطحات المائية والأرض، وبحركة دوران الأرض.

وتتحدد خصائص الرياح فى اتجاهها وسرعتها وشدتها، وفترات السكون وفترات الأعاصير والرياح الخاصة والموسمية، والتى يتم تسجيلها على مدى فترة طويلة لمعرفة ترددها، وخصائصها بأقصى دقة ممكنة. وأبسط طريقة لتمثيل الرياح بيانيا هى وردة الرياح ، ولها عدة أنواع توضح جميعها سرعات الرياح موقعه على اتجاهاتها بمقياس رسم مناسب، وتكون كما يوضح شكل (٢-٦) إما شهرية أو سنوية لسهولة توضيح الصورة السائدة لحركة الرياح على مدار السنة فى علاقة واحدة. ويقاس اتجاه الرياح بالدرجات من الشمال الجغرافى وتقاس سرعتها بالكيلو متر/ساعه.

وتسود فى منطقة الساحل الشمالى الرياح الشمالية (فى الربيع والخريف) والشمالية الغربية (فى الشتاء)، حيث تبلغ نسبتها ٤٦٪ من الرياح التى تهب طوال العام. وفى جنوب الدلتا والقاهرة تسود أيضا الرياح الشمالية، حيث تبلغ نسبتها ٣٢٪، وتزيد الرياح الشمالية الشرقية خلال فصلى الخريف والشتاء. أما فى مصر الوسطى والصعيد، فتتساوى نسبة سكون الرياح مع الرياح الشمالية التى تسود فى هذا الإقليم.

وتهب الرياح الخماسين على مصر فى الفترة من أواخر شهر مارس إلى أوائل شهر مايو من جهة الجنوب والجنوب الغربى، وهى رياح ساخنة ومحملة بالأتربة، وتهب على فترات، كل فترة تستمر من يوم إلى ثلاثه أيام على الأكثر. وتتراوح سرعة الرياح فى كافة أنحاء مصر فى الحالات العادية بين السرعات المتوسطة من حوالى ٧كم/ساعه (نسيم خفيف) حتى ٢٠كم/ساعه (رياح معتدلة).



شكل (٢-٦) أشكال مختلفة لوردة الرياح

٢-١-٥ الأمطار

تتأثر الأمطار مثل أى عنصر آخر من عناصر المناخ بالظروف المحلية بالموقع، فهى تزداد بالمناطق التى تتجه عندها الرياح لأعلى، كما يحدث على جهة الجبال المواجهة للرياح، وفوق المدن حيث تؤدى الحرارة المنبعثة من المبانى إلى اتجاه دائم لحركة الهواء.

وتستخدم الوحدات (مم/يوم)، (مم/شهر)، (مم/سنه) لقياس كمية الأمطار الساقطة لمختلف الفترات الزمنية، ويجب على المصمم الحصول على بيانات توضح أقصى كمية أمطار سقطت خلال مدة ٢٤ ساعة متصلة، لمراعاة ذلك عند تصميم المنشأ. كما يجب معرفة اذا ما كان الموقع يمر به مجارى مياه الأمطار أو مخرات السيول حتى يمكن تجنبها عند تخطيط أماكن المنشآت بالموقع.

ويتمتع الساحل الشمالى بأكبر كميات من الأمطار فى مصر خلال فصل الشتاء وتبلغ أقصاها فى شمال غرب الدلتا بالاسكندرية (حيث يصل إجمالى معدل سقوط الأمطار إلى ١٩٢مم/سنه) ثم تتناقص الكمية بسرعة كلما اتجهنا جنوبا داخل البلاد، حيث تصل إلى ٤٦ مم/سنه بوسط الدلتا و٢٤مم/سنه بالقاهرة وتقل عن ١مم/ سنه بمصر الوسطى والصعيد. وتتأثر الأمطار فى المنطقة الشرقية لظروف الضغط المحلى الذى يمتد انخفاضه من شمال البحر الأحمر، حتى يكون الركن الجنوبى الشرقى للبحر المتوسط عبر سيناء، ويؤدى ذلك إلى حدوث عواصف رعدية فى شرق مصر تسبب

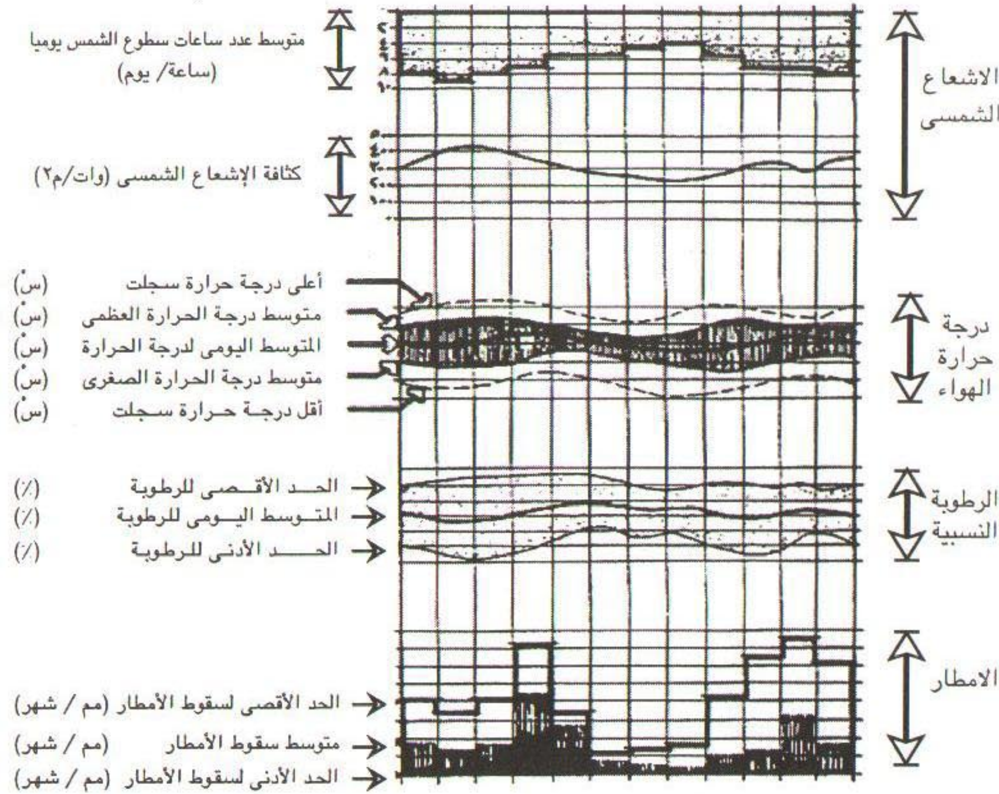
سقوط المطر فى فصلى الربيع والخريف بينما يعتبر الشتاء هو موسم سقوط الأمطار على بقية مناطق مصر.

٢-١-٦ البيانات المناخية المناسبة للتصميم البيئى

يتطلب التصميم البيئى المناسب للظروف المناخية لأى موقع، توافر بيانات كافية من أقرب محطة للأرصاد الجوية، وتتمثل تلك البيانات فى المتوسطات الشهرية لعناصر المناخ السابق شرحها (الإشعاع الشمسى - درجة حرارة الهواء- الرطوبة النسبية - الرياح - الأمطار). ويوضح جدول (٢-١) تلك البيانات المناخية مع وحدات القياس شائعة الاستخدام لكل منها ويمكن تمثيلها بيانيا فى شكل واحد شامل كما فى شكل (٢-٧).

العنصر	البيان	الوحدة
درجة حرارة الهواء	متوسط درجة الحرارة العظمى	(سْ)
	متوسط درجة الحرارة الصغرى	(سْ)
	المتوسط اليومى لدرجة الحرارة	(سْ)
	متوسط درجة الحرارة العظمى	(سْ)
	المدى الحرارى اليومى	(سْ)
	أعلى درجة حرارة سجلت	(سْ)
الإشعاع الشمسى	أقل درجة حرارة سجلت	(سْ)
	ساعات سطوع الشمس	(ساعة/ يوم)
	متوسط شدة الإشعاع الشمسى	(وات/م٢)
الرطوبة النسبية	متوسط الرطوبة النسبية العظمى	(٪)
	متوسط الرطوبة النسبية الصغرى	(٪)
	المتوسط اليومى للرطوبة	(٪)
الرياح	متوسط سرعة الرياح	(كم/ ساعة)
	اتجاه الرياح السائدة	( ) - ( )
	خصائص العواصف والرياح الخاصة الموسمية	
الامطار	الحد الأقصى لسقوط الأمطار	(مم/ شهر)
	متوسط سقوط الأمطار	(مم/ شهر)
	الحد الأدنى لسقوط الأمطار	(مم/ شهر)

جدول (٢-١) البيانات المناخية للتصميم المناخى



شكل (٢-٧) تمثيل البيانات المناخية المطلوبة للتصميم المناخى

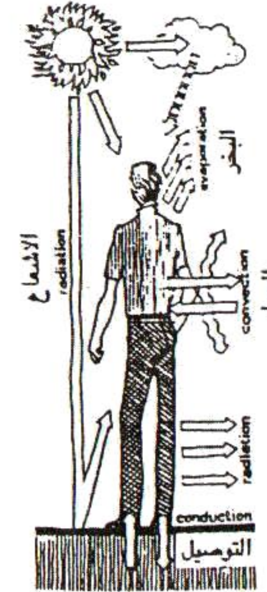
٢-٢ الراحة الحرارية

تعتبر الراحة الحرارية من أهم العوامل الفسيولوجية المؤثرة على الراحة العامة للانسان . ويشعر الانسان بالراحة الحرارية عند حدوث اتزان بين المؤثرات المناخية المحيطة وجسم الانسان حيث يمكن للجو المحيط ازالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل إنتاجها ، مع المحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم عند (٣٥-٣٧سْ).

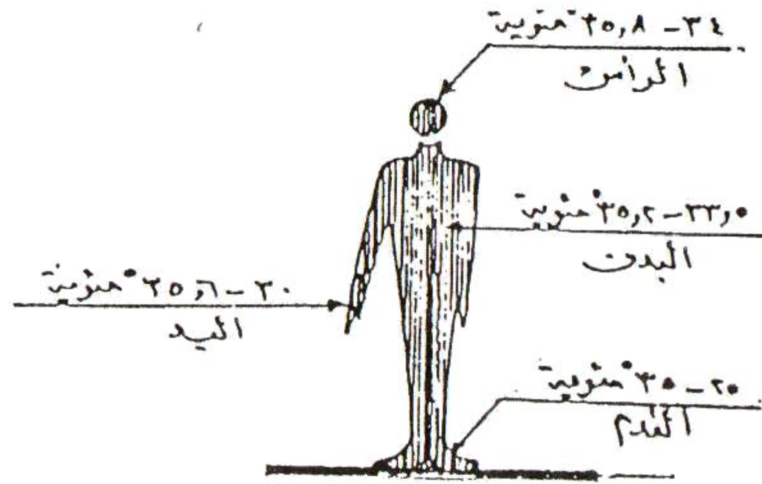
٢-٢-١ العوامل المؤثرة على الشعور بالراحة الحرارية

يعتمد حدوث الاتزان بين الحرارة التى يكتسبها الجسم من البيئة المحيطة ، والحرارة التى تخرج منه على عدة عوامل يرجع بعضها إلى البيئة المناخية (مثل درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية والإشعاع وحركة الهواء) وعوامل أخرى ترجع للإنسان نفسه (مثل تأثير الملابس ونوعية النشاط والحالة الصحية وشكل الجسم) ومع فرض ثبات العوامل الفردية التى يستحيل قياسها بصورة دقيقة ، يمكن دراسة تأثير العوامل البيئية المناخية على شعور الإنسان بالراحة الحرارية ، حيث يحدث التبادل الحرارى بين الجسم والبيئة المحيطة من خلال أربعة طرق فيزيقية لانتقال الحرارة شكل (٢-٨) (٢-٩) وهى :

التوصيل	Conduction
الحمل	Convection
الأشعاع	Radiation
البخر	Evaporation



شكل (٢-٨)



شكل (٢-٩)

التبادل الحرارى بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة

ويحدث التبادل الحرارى بالتوصيل بين جسم الإنسان والمواد الملامسة للبشرة بصورة مباشرة مثل سطح الأرضية . وتتوقف كمية الحرارة المنقولة بالتوصيل على فروق درجات الحرارة بين الجسم ومادة الأرضية ، وتعتمد كذلك على الخصائص الحرارية لتلك المواد وقدرتها على اكتساب وفقد الحرارة . كما يحدث التبادل الحرارى بالحمل بين جسم الانسان والهواء المحيط به ، وتتوقف تلك العملية على فروق درجات الحرارة بين الجسم والهواء وكمية وسرعة حركة الهواء . ويتوقف انتقال الحرارة بالإشعاع على فروق درجات الحرارة بين الجسم والأسطح المحيطة به . وفى حالة ارتفاع درجة حرارة كل من الهواء والأسطح المحيطة عن ٢٥سْ لا يستطيع جسم

الانسان المغطى بالملابس التخلص من الحرارة الزائدة بصورة متناسبه مع معدل إنتاجها من الجسم ، ولا تكفى فى هذه الحالة الطرق السابقة (التوصيل – الحمل – الإشعاع) لحدوث اتزان حرارى للجسم . وتبقى عملية البخر كوسيلة طبيعية أخيرة لتحقيق التبريد المطلوب للجسم عن طريق التنفس أو إفراز العرق حيث ينتج من تبخره إحساس بالبرودة الناتجة عن امتصاص الحرارة اللازمة للبخر من الجسم . ويعتمد معدل فقد الحرارة بالبخر على الرطوبة النسبية للهواء المحيط ، وسرعة حركته ، حيث يزيد بانخفاض الرطوبة النسبية وزيادة سرعة الهواء.

٢-٢-٢ طريقة التنظيم الحرارى الفسيولوجى للجسم

يتحكم فى عملية التوازن الحرارى للجسم فى مختلف الظروف المناخية جزء من المخ للحفاظ على درجة الحرارة (Thermostat) يعمل كمنظم للحرارة (Hypothalamus) الداخلية للجسم بين ٣٦° – ٣٨ س°. ويتم الإحساس بالحرارة أو البرودة عن طريق الأعصاب المتصلة بمستقبلات الحرارة أو البرودة الموجودة بالجلد.

ويتأثر جلد الانسان بالأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء أو الأشعة الحرارية حيث يحدث تغيير فى درجة حرارته وسريان الدم للجلد والإحساس بدرجات الحرارة والراحة ، ويحدث أقصى انعكاس للأشعة تحت الحمراء من ٠.٨ إلى ١.٢ ميكرون ويمتص الشخص الأسود حرارة أكثر من الشخص الأبيض ويقل هذا العامل بسبب تأثير الملابس.

وتعرف حالة التوازن الحرارى للجسم بأنها الحالة التى تتساوى فيها الحرارة المفقودة مع الحرارة المكتسبة وذلك من خلال علاقة التبادل الحرارى بين جسم الإنسان وجلده والعناصر المؤثرة المحيطة بهدف الحفاظ على المعدل الثابت لدرجة حرارة الأعضاء الداخلية فى الجسم . ويمكن شرح أسس العملية الديناميكية الحرارية للتبادل

الحرارى بين الإنسان والعناصر المحيطة عن طريق المعادلة العامة للتوازن الحرارى عن (ASHRAE)

$$S = M - W - E + (R+C) \qquad (1)$$

حيث

S = معدل التخزين الحرارى أو المعدل الزمنى للتغير الحرارى الذاتى للجسم.

M = معدل الميتابوليزم ويتناسب طرديا مع استهلاك الإنسان للأكسجين

E = معدل الحرارة الكلية المفقودة عن طريق التبخير لسوائل الجسم .

R + C = التبادل الحرارى الجاف مع العناصر المحيطة بواسطة الإشعاع والحمل

W = الشغل الميكانيكى المنجز

ويصل الإنسان إلى حالة التوازن إذا كان التخزين الحرارى S = صفر

١- معدل الميتابوليزم (M)

تتولد الطاقة داخل الجسم بواسطة الأكسدة لمعدل يتكافأ مع الطاقة التى يحتاجها الجسم لتأدية وظائفه ويجب تقدير قيمتها لاختيار الظروف المثلى للراحة والصحة وتبلغ قيمتها فى حالة الراحة حوالى ٤٧وات/م٢ من سطح الجسم أو (٨ر٠ ميتابوليك) وتزداد مع زيادة النشاط ويتبين ذلك من الجدول (٢-٢) عن (Olesen) ويمكن للإنسان أن يحتفظ بنسبة ٥٠٪ من أقصى سعة للطاقة لمدة طويلة (وأقصى سعة للطاقة لسن ٢٠ عاماً هى ١٢ ميتابوليك وتقل إلى ٧ميتابوليك لسن ٧٠ عاما وتكون للنساء حوالى ٣٠٪

أقل (ASHRAE) كما يزداد معدل ضربات القلب طرديا مع زيادة النشاط,وبالتالى مع زيادة معدل الميتابوليك.

النشـــاط	ميتابوليك met	وات/م٢
راقد	٠.٨	٤٧
جالس بهدوء	١.٠	٥٨
عـمل جلوسى (مكتب - منزل - مـعـمل - مدرسة)	١.٢	٧٠
واقف براحة	١.٢	٧٠
نشـاط قليل الجـهـد واقف (مـحل تجـارى - معمل - صناعة خفيفة)	١.٨	٩٣
نشاط متوسط الجهد واقف (مساعد محل - عمل منزلى - عمل على ماكينة)	٢.٠	١١٧
نشاط عالى الجهد (عمل على ماكينة ثقيلة - عمل جراچات)	٣.٠	١٧٥

جدول (٢-٢) أمثلة لمعدل الميتابوليك (M) للأنشطة العملية

النشـاط	كلـو	متر٢ كلفن/وات
بدون ملابس	صفر	صفر
شورت	٠.١	٠.٠١٦
ملابس تقليدية لانسان خط الأستواء ملابس داخلية - شورت - قميص مفتوح الياقة بأكمام قصيرة - شراب خفيف وصندل	٠.٣	٠.٠٤٧
ملابس صيفية خفيفة ملابس داخلية - بنطلون خفيف وطويل - قميص مفتوح الياقه بأكمام قصيرة - شراب خفيف - حذاء ملابس للعمل	٠.٥	٠.٠٧٨
مـلابس داخليـة - قـمـيص قطن للعمل بأكمـام طويلة - بنطلون العمل - شراب صوف - حذاء ملابس تقليدية لداخل المسكن شتاء	٠.٨	٠.١٢٤
مـلابس داخلية - قـمـيص بـأكـمـام طويلة - بنطلون - سويتر بأكمام طويلة - شراب ثقيل - وحذاء	١.٠	٠.١٥٥
ملابس تقليدية أوربية حله للعمل ملابس داخلية قطنية بأكمام وأرجل طويلة - قميص بدلة كـاملة بنطلون وجـاكت وصـديرى - شـراب صـوف - وحذاء ثقيل	١.٥	٠.٢٣٣

جدول (٢-٣) أمثلة لقيم درجة عزل الملابس (كلو) لمكونات مختلفة من الملابس

٢- الحرارة المفقودة بواسطة التبخر

تتكون الحرارة المفقودة بالتبخر من:

١- حرارة مفقودة من خلال التنفس (E_{res}).

٢- حرارة مفقودة عن طريق التبخر للرطوبة المنتشرة على الجلد(E_{diff}).

٣- حرارة مفقودة عن طريق العرق (E_{sw}).

٣- الحرارة المفقودة بواسطة التنفس (E_{res}).

يتم فقدان الحرارة بسبب الفرق بين درجة حرارة هواء الزفير وهى حوالى ٣٤ْ مئوية ودرجة حرارة الهواء عن طريق الحمل (C_{res}) و هو قليل بالنسبة للحرارة المفقودة أثناء التنفس بسبب الفرق بين ضغط بخار الماء لهواء الزفير وللهواء الجوى ويمكن الحصول على قيم الحرارة المفقودة كالأتى :

$$C_{res} = 0.0014\ M\ (34 - t_a) \quad W/m^2 \qquad (2)$$

$$E_{res} = 1.72X10^{-5}\ M\ (5867 - P_a) \quad W/m^2 \qquad (3)$$

حيث M = الميتابوليزم وات/م٢

و P_a = ضغط بخار الماء فى الهواء – باسكال

٤- الحرارة المفقودة بواسطة البخر لرطوبة الجلد (E_d)

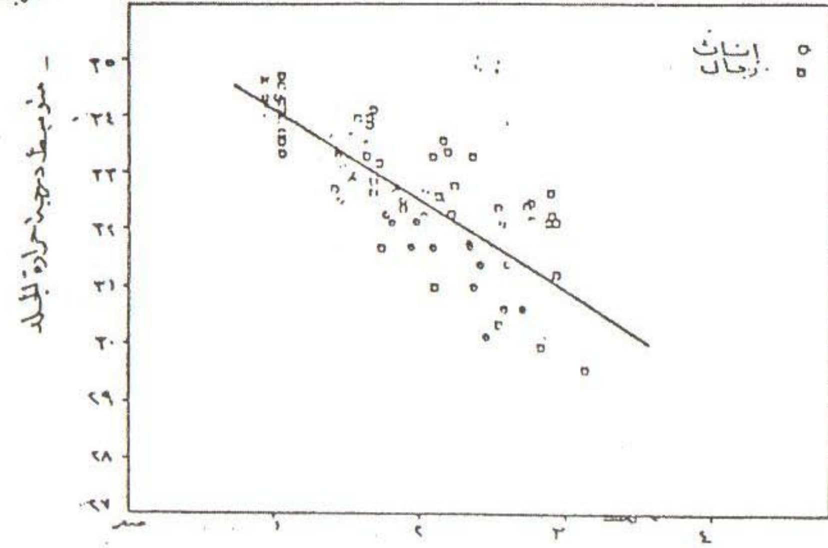
الحرارة المفقودة الناتجة عن تبخر كمية المياه المنتشرة خلال الجلد هى دالة للفرق بين ضغط بخار المياه المشبع عند درجة حرارة الجلد (P_s) وضغط بخار المياه للهواء المحيط (P_a) .

وتفقد هذه الحرارة باستمرار طوال الوقت وبدون التحكم فيها عن طريق المنظم الحرارى بالمخ.

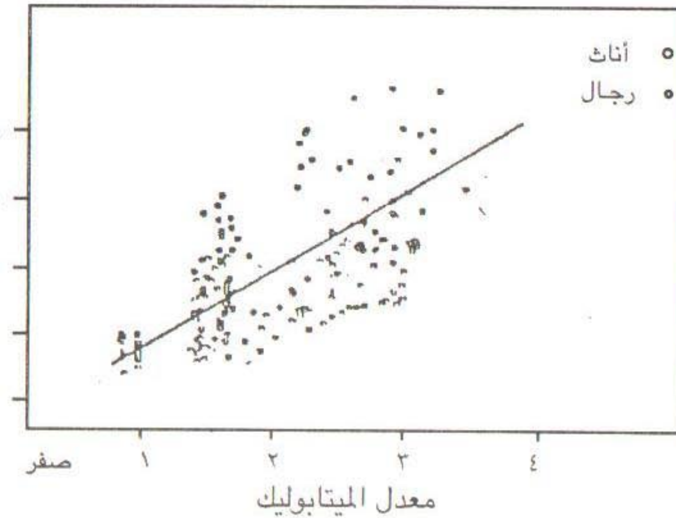
٥- الحرارة المفقودة بواسطة تبخر العرق (E_{sw})

عملية إفراز العرق لتبخره من سطح الجلد هى من أهم الطرق التى يلجأ إليها المنظم الحرارى للجسم ليتفادى زيادة درجة الحرارة داخل الجسم نتيجة لارتفاع درجات حرارة الجو وحتى أثناء العمل الشاق حيث تصل الحرارة المفقودة عند أقصى حد من التبخر من العمل الشاق جدا فى المناخ الحار الجاف حتى حوالى ٤٠٠وات/م٢ , ولا يمكن الوصول إلى تقدير دقيق للحرارة المفقودة بسبب تبخر العرق فهى عملية معقدة وغير مفهومة تماماً حتى الآن فمع زيادة إفراز العرق يسقط بعضه دون تبخر ولايزيل أى حرارة من الجسم وفى حالة إفراز العرق بكامل مسطح الجلد تصبح القيمة (E_{diff}) = صفر ولقد أجرى (Fanger,P.O) تجارب معملية على أشخاص مختلفين من الجنسين فى حالة الراحة الحرارية وأمكن اثبات العلاقة بين النشاط ا(met) ومعدل حرارة الجلد (t_{sk}) وبين النشاط وفقدان العرق (E_{sw}) ويتبين ذلك من الشكل (٢–١٠) والشكل (٢–١١) على التوالى عن (Olesen) حيث يتناسب معدل الميتابوليك طرديا مع الحرارة المفقودة عن طريق التبخير للعرق ويتناسب عكسيا مع معدل درجة حرارة جلد الانسان .

ويوضح الشكل (٢–١٢) التبادل الحرارى لأشخاص بملابس وبدون ملابس عند درجات حرارة معملية مختلفة عن (ASHRAE) كما يوضح الشكل (٢–١٣) عن (Eichler) العلاقة بين الحرارة المفقودة لأشخاص متوسطى الحجم يقومون بعمل خفيف وذلك عن طريق التوصيل والحمل والإشعاع والتبخير ودرجة حرارة الفراغ فى حالة سكون الهواء ، ومع سرعة حتى ١٫٠٠ م/ث تزداد الحرارة المفقودة بواسطة التبخير.



شكل (٢-١٠) معدل درجة حرارة الجلد كدالة لمستوى النشاط لأشخاص فى مجال الراحة الحرارية

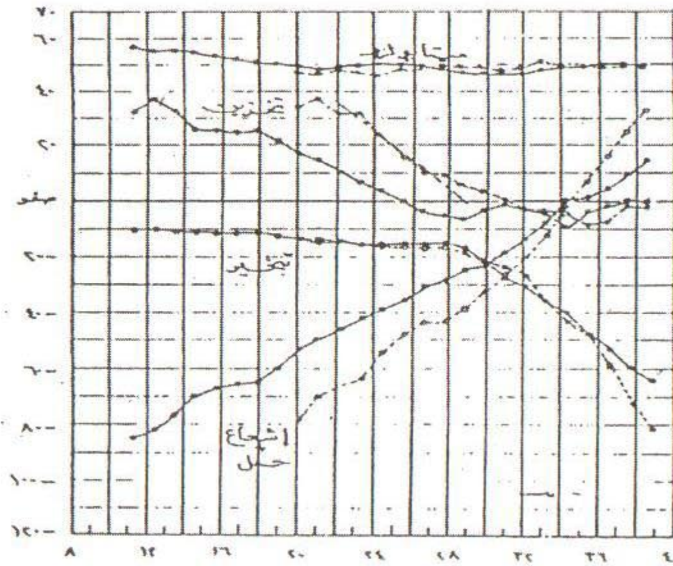


شكل (٢-١١) الحرارة المفقودة بالتبخر كدالة لمستوى النشاط لاشخاص فى مجال الراحة الحرارية

كيلو جرام كالورى
―――――
متر٢. ساعة

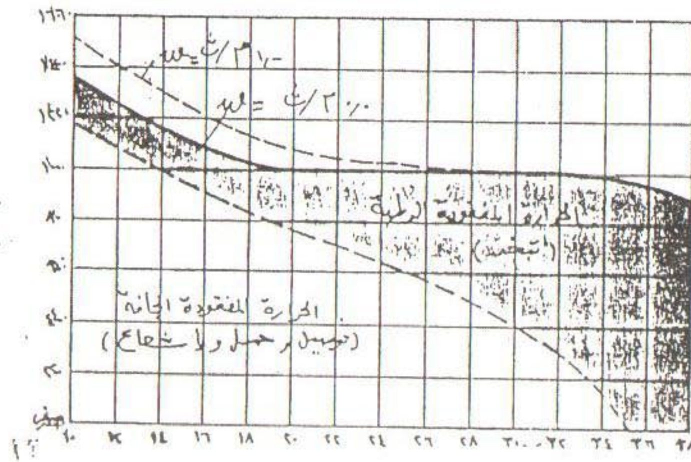
أشخاص بملابس ―――

أشخاص بدون ملابس ....



شكل (٢-١٢) التبادل الحرارى للأشخاص

الحرارة المفقودة
كيلو كالورى
―――――
ساعة



درجة حرارة الفراغ

شكل (٢-١٣) الحرارة المفقودة وعلاقتها بدرجة حرارة الفراغ

٢-٢-٣ منطقة الراحة الحرارية

تمثل منطقة الراحة الحرارية ، الظروف المناخية التى تتحقق عندها الراحة الحرارية لجسم الإنسان ، ويفترض عند حدوث تلك الراحة وصول النشاط الفسيولوجى لجسم الإنسان اللازم لتنظيم درجة حرارته إلى أقل معدل له حيث تتوفر ظروف الاستقرار الحرارى الخارجية فى كل من درجة الحرارة الجافة للهواء والرطوبة النسبية . كما يفترض كذلك عدم وجود إشعاع شمسى مباشر مع سكون حركة الهواء .

لتحديد منطقة الراحة الحرارية يجب تعيين درجة الحرارة المريحة

Comfort Temperature (Tc)

بمعلومية المتوسط الشهرى لدرجات حرارة الهواء الخارجى المظلل من العلاقة التالية:

$$T_c = 17.6 + 0.3 \times To \quad \text{..............................} \quad (4)$$

مع مراعاة أن T_c لا تقل عن ١٧.٨ سْ ولا تزيد عن ٢٩.٥سْ .

ويمكن تحديد الحدود القصوى T_{cu} والدنيا T_{cl} بإضافة أو طرح درجتين من T_c ، أى أن:

$$T_{cu} = T_c + 2$$

$$T_{cl} = T_c - 2 \quad \text{..............................} \quad (5)$$

ويحدد مجال الراحة الحرارية Comfort Zone بين الحد الأقصى T_{cu} والحد الأدنى T_{cl} بين رطوبة مطلقة Absolute Humidity ١٢.٤ جم/كجم وتحدد الخطوط الجانبية بخطوط موازية لخط درجة الحرارة المؤثرة

(Standard Effective Temperature) SET.

وعلى أساس التجارب العملية على مجموعة من الأشخاص وضعوا فى غرفة تحت

تأثير تلك المؤثرات المناخية مع تبديلها وتغيير قيمها ، تم قياس حدود الراحة للأنسان، وقد وجد بالقياس أن الراحة الحرارية تتحقق للإنسان عندما تتراوح كل من قيمة درجة الحرارة الجافة للهواء من ٢١ إلى ٢٧سْ ، وقيمة الرطوبة النسبية من ٢٠ إلى ٧٠٪ وذلك فى نفس الوقت. ويجب ملاحظة أن تلك القيم تقريبية ، إلا أنها تناسب غالبية الأشخاص الطبيعيين.

ومع وجود إشعاع شمسى أو حركة للهواء تتغير حدود منطقة الراحة بصورة مركبة يصعب معها دراسة تأثير كل عنصر بمفرده ، حيث يظهر تأثير كل منهم على الآخر فى نفس الوقت . وقد ظهرت لذلك العديد من المحاولات لتقييم التأثيرات المتداخلة لتلك المتغيرات على الاستجابة الفسيولوجية والحسية لجسم الانسان ، وذلك لإخراجها فى صورة علاقة مباشرة بين المتغيرات المناخية والراحة الحرارية على مخططات بيانية يسهل التعامل معها .

٢-٢-٤ طرق التقييم المناخى

تعددت طرق التقييم المناخى لتحديد مجال الراحة الحرارية للإنسان وتمثيلها بيانياً، ومن أهم الطرق العالمية للتقييم المناخى:

١- خريطة الراحة الحرارية لأولجياى (Olgyay).

٢- الخريطة السيكرومترية (Psychrometric Chart) لجيفونى (Givoni).

٣- طريقة قياس درجة الحرارة المؤثرة (Effective Temperature ET) .

٤- طريقة معامل الراحة الحرارية (Calidity Factor) .

٥- طريقة الدرجة/يوم - للتدفئة والتبريد

٦- طريقة ايڤانز (Evans).

٧- طريقة واتسون (Watson).

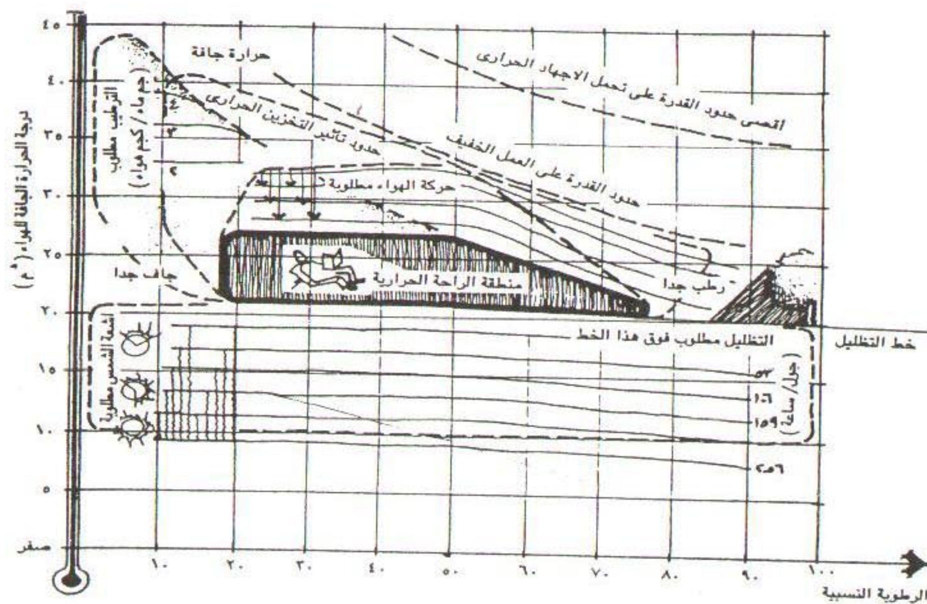
٨- جداول ماهونى للمعالجة المناخية (Mahoney).

ونكتفى هنا فقط بتوضيح طريقة التقييم باستخدام خريطة الراحة الحرارية لاولجياى والخريطة السيكرومترية لاستخدامها لاحقا فى توقيع المجالات البيانات المناخية ، وتوضيح الاحتياجات التصميمية لكل إقليم مناخى تصميمى فى مصر . كما تتعرض الدراسة لجداول ماهونى لاستخدامها فى تحديد الأقاليم المناخية ذات الاحتياجات التصميمية المتشابهة فى مصر .

٢-٢-٤-١ خريطة الراحة الحرارية لفيكتور اولجياى

يعتبر الأخوان أولجياى أول من قاما بتصميم طريقة منظمة للتقييم المناخى وطرق التحكم فى عناصر المناخ بما يتلاءم مع متطلبات الإنسان من الراحة الحرارية . وتعتمد هذه الطريقة على تمثيل منطقة الراحة الحرارية على خريطة بيانية بمعلومية كل من درجة الحرارة الجافة للهواء، والرطوبة النسبية كما يوضح شكل (٢-١٤) وتقع هذه المنطقة بين درجتى حرارة جافة (٢١-٢٧°س) ورطوبة نسبية (٢٠-٧٠٪). ويفترض عند التمثيل البيانى لمنطقة الراحة الحرارية على الخريطة ، أن يكون الهواء ساكناً ، ولا يتعرض الجسم لأشعة الشمس المباشرة ، ومع حدوث حركة للهواء أو التعرض لأشعة حرارية أو تعديل رطوبة الهواء ، يتسع مجال منطقة الراحة على الخريطة ، حيث يتسع جهة أعلى اليمين مع حركة الهواء ، ولأعلى اليسار مع ترطيب الهواء ، ولأسفل مع وجود إشعاع شمسى أو حرارى مباشر وتختلف مسافة اتساع منطقة الراحة تبعا لقيمة كل مؤثر إضافى.

ويوضح الشكل كيفية معالجة عنصر مناخى يصعب التحكم فيه ، بواسطة التحكم فى عنصر آخر . فعند وقوع النقطة الممثلة لدرجة الحرارة الجافة للهواء والرطوبة النسبية



شكل (٢-١٤) خريطة الراحة الحرارية لأولجياى وحدود تأثير وسائل التحكم المناخى بها

أعلى منطقة الراحة، يمكن تحقيق الراحة الحرارية بتحريك الهواء بسرعة يمكن تحديد قيمتها من الخطوط الموازية للحد العلوى لمنطقة الراحة الحرارية على الخريطة.

وعند وقوع النقاط الممثلة للمناخ فى المجال البارد أسفل منطقة الراحة ، يمكن تحقيق الراحة عن طريق السماح بتواجد إشعاع يتم تحديد قيمته من الخطوط الموازية للحد السفلى لمنطقة الراحة الحرارية . وبالمثل يمكن تحقيق الراحة الحرارية بترطيب الهواء ، عند وقوع النقاط الممثلة للمناخ فى المجال الحار الجاف على خريطة الراحة .

كما تظهر فى خريطة الراحة حدود تأثير وسائل التحكم المناخى المختلفة لتحقيق الراحة الحرارية المطلوبة ويمكن اعتبار حدود تأثير وسائل التحكم المناخى ، امتدادا لمنطقة الراحة الحرارية عند تنفيذ تلك الوسائل كل منها داخل مجال تأثيره على الراحة

الحرارية – وعادة ما تكون تلك الوسائل سلبية مثل التهوية أو الترطيب أو التخزين الحرارى أو التدفئة بالإشعاع . أما خارج هذه الحدود فيجب استخدام وسائل ميكانيكية سواء للتبريد أو التدفئة أو ترطيب أو تجفيف الهواء.

٢-٢-٤-٢ الخريطة السيكرومترية

توضح الخريطة السيكرومترية لجيفونى (Givoni) العلاقة بين درجة الحرارة الجافة ودرجة الحرارة الرطبة للهواء ودرجة الحرارة المؤثرة ، وذلك عندما تتساوى درجة الحرارة الجافة مع متوسط درجة حرارة الإشعاع . ويمكن تمثيل منطقة الراحة الحرارية على الخريطة السيكرومترية الموضحة بالشكل (٢-١٥) بمعلومية كل من درجة الحرارة الجافة للهواء والتى يجب ألا تقل عن ٢٠سْ ودرجة حرارة مؤثرة (ET) لاتزيد عن ٦ر٢٥سْ . كما يجب الا تزيد الرطوبة النسبية عن ٨٠٪ وألا يقل ضغط البخار عن ٥ر٦ ملليبار[1] (mb) وتعادل تقريباً رطوبة نسبية قدرها ٢٥٪ فى هذه المنطقة.

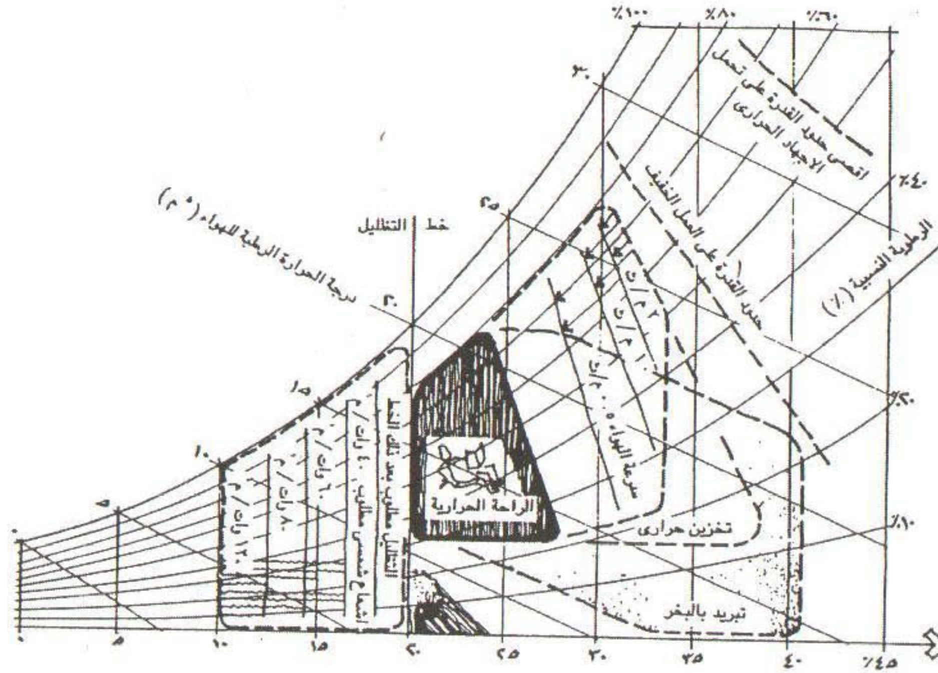
كما يوضح الشكل (٢-١٥) المجالات البيومناخية للخريطة السيكرومترية ، ووسائل التحكم المناخى المناسبة لكل جزء منها سواء كان ذلك سلبيا أو ميكانيكيا بهدف الوصول إلى مجال الراحة الحرارية المطلوبة.

وبتوقيع الأشكال السيكرومترية لمعدلات درجات الحرارة والرطوبة العظمى والصغرى لأى موقع ما عليها ، يمكن تحديد عدد (الأشهر/سنه) المطلوب خلالها تحقيق الراحة الحرارية بكل وسيلة تحكم مناخى.

ويلاحظ التشابه بين الخريطة السيكرومترية وخريطة اولجياى من حيث تماثل العوامل المناخية المحددة للتقييم المناخى على الخريطتين (درجة الحرارة الجافة للهواء والرطوبة النسبية) كما تتشابه مناطق المجالات البيومناخية بالنسبة لمنطقة الراحة وتتشابه أيضا وسائل التحكم الشمسى). ويظهر الاختلاف فقط فى وضع وشكل التمثيل البيانى للعوامل المناخية.

---

(١) المليبار : وحدة قياس للضغط الجوى



شكل (٢-١٥) الخريطة السيكرومترية وحدود تأثير وسائل التحكم المناخى بها

٢-٢-٤-٣ جداول ماهونى للمعالجة المناخية

تستخدم جداول ماهونى كدليل للتصميم المناخى باستخدام البيانات المناخية المتاحة فى أي منطقة وباستخدام تلك الجداول بالتتابع بدءاً بالبيانات المناخية الأولية ، يمكن الوصول إلى شكل المواصفات التصميمية المناسبة لمرحلة التصميم بالكروكيات الأولية لشكل الموقع العام والمسافة بين المبانى وحركة الهواء والفتحات والحوائط والأسقف وتحديد الحاجة إلى النوم فى الهواء الطلق أو الحماية من الأمطار . ويتطلب ذلك التحليل استخدام أربعة جداول على التوالى ، حيث يتم فى الأول تسجيل العناصر المناخية الأساسية الممثلة للمنطقة المختارة . وفى الجدول الثانى يتم تشخيص طبيعة الإجهاد الحرارى ، والمدى الزمنى بالشهور التى تحتاج إلى تحكم حرارى خاص

بواسطة المؤشرات ، وفى الجدولين الثالث والرابع، يتم فحص ومراجعة هذه المؤشرات، وإيجاد العلاقة فيما بينها ، لمعرفة المتطلبات الخاصة بالمعالجة المناخية. وقد تم استخدام هذه الجداول فى تحديد الأقاليم المناخية ذات المتطلبات التصميمية المناخية المتشابهة فى مصر.

٢-٣ تقسيم الأقاليم المناخية فى مصر

يمكن دراسة عناصر المناخ فى مصر من خلال بيانات محطات الأرصاد الجوية المنتشرة فى أنحاء مصر ويبلغ عددها ٤٥ محطة . ومن خلال تلك البيانات ، يمكن الربط بين التأثيرات المشتركة للحرارة والرطوبة والرياح والأمطار على الراحة الفسيولوجية للإنسان ، وبين متطلبات التصميم المعمارى للمعالجات المناخية .

ويقصد بالإقليم المناخى التصميمى ، هو ذلك الإقليم الذى تتشابه فيه متطلبات التصميم المعمارى المناخى ، ويساعد تصنيف الأقاليم المناخية فى مصر تبعاً للمتطلبات التصميمية ، على سهولة وسرعة التعرف على الملامح المميزة لشكل وتصميم المنشأ الملائم لكل إقليم بصورة تقريبية .

٢-٣-١ استخدام جداول ماهونى فى تقسيم الأقاليم المناخية التصميمية

تم اختيار طريقة جداول ماهونى فى هذا الدليل كوسيلة لتصنيف الأقاليم المناخية التصميمة فى مصر، لما تتميز به تلك الطريقة عن غيرها من طرق التقييم المناخى ، فى أنها تصلح أساساً لأنماط المناخ المركب والحار الجاف والحار الرطب.

وتعتمد طريقة ماهونى على تحديد المؤشرات أو المتطلبات التصميمية المناخية المتباينة خلال فصول السنة . وتنقسم المتطلبات إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

المجموعة الأولى : تخص المناخ الحار الرطب (ر)

المجموعة الثانية : تخص المناخ الحار الجاف (ح)

ويوضح جدول (٢-٤) المتطلبات التصميمية المناخية

المتطلبات التصميمية المناخية	الأجهاد الحرارى	سقوط الأمطار	الرطوبة النسبية	المدى الحرارى اليومى
مناخ حار رطب (ر١) حركة الهواء ضرورية	حار نهارا (متوسط درجة الحرارة العظمى أكبر من الحد الأقصى للراحة الحرارية (٢٧°م) .		٧٠٪ فأكر	
	شديد الحرارة نهاراً (متوسط درجة الحرارة العظمى أكبر من الحد الأقصى للراحة الحرارية) تتراوح من ٢٩ - ٣١°)		٣٠ - ٧٠٪	يزيد عن ١٠°م
(ر٢) حركة الهواء مرغوب فيها	معتدل نهاراً (متوسط درجة الحرارة العظمى تقع بين حدى مدى الراحة الحرارية) (٢٢-٢٧°م)		٧٠٪ فأكر	
(ر٣) الحماية من المطر ضرورية		٢٠٠مم فأكثر		
مناخ حار جاف (ح) (ح١) التخزين الحرارى المطلوب (ح٢) النوم فى الهواء الطلق مفضل			أقل من ٧٠٪	يزيد عن ١٠°م
	حار ليلاً (متوسط درجة الحرارة الصغرى أكبر من الحد الأقصى للراحة الحرارية) (٢٥°م)		أقل من ٥٠٪	
(ح٣) الحماية من البرد مطلوبة	حار نهاراً (متوسط درجة الحرارة العظمى) أكبر من الحد الأقصى للراحة الحرارية) (٣٤°م) ومريح ليلاً (متوسط درجة الحرارة الصغرى بين (١٧-٢٥°م) مع إرتفاع درجة الحرارة داخل المبانى بسبب التخزين الحرارى الكبير.		أقل من ٥٠٪	يزيد عن ١٠°م
	بارد نهاراً (متوسط درجة الحرارة العظمى أقل من ٢٢°م) ومتوسط درجة الحرارة الصغرى أقل من ١٧°م.			

جدول (٢-٤) المتطلبات التصميمية المناخية

٢-٣-٢ تحديد الأقاليم المناخية التصميمية فى مصر

بتطبيق جداول ماهونى على بيانات محطات الأرصاد الجوية بمصر أمكن تحديد الأقاليم المناخية التصميمية ذات الاحتياجات المتشابهة ، كما يتضح من الجدول (٢-٥).

ويلاحظ أنه فى المجموعة الأولى تكون التهوية الطبيعية ضرورية لفترة تتراوح من أقل من شهر إلى أربعة أشهر ، بالإضافة إلى أن التهوية تكون مرغوبة بها لفترة ثلاثة شهور أخرى من العام ، ويكون التخزين الحرارى مطلوب لفترة تتراوح من أقل من شهر واحد إلى تسعة أشهر ، أما المجموعة الثانية فتكون التهوية الطبيعية ضرورية فيها لفترة من أربعة إلى سبعة أشهر فى العام ، ويكون التخزين الحرارى مطلوب لفترة تتراوح من أقل من شهر واحد إلى خمسة أشهر.

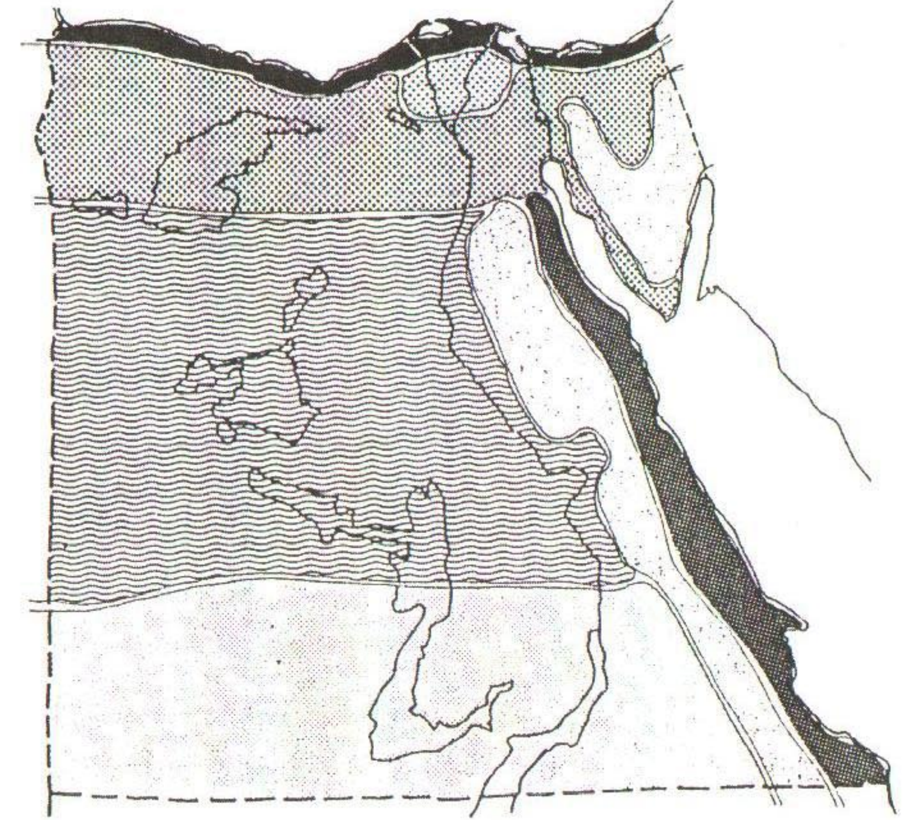
أما فى المجموعات الأربعة الأخرى فلا يوجد احتياج ضرورى إلى التهوية طوال العام ، ولكن هناك احتياج شديد إلى التخزين الحرارى طوال شهور العام . وقد كان الفصل بين الأقاليم المناخية داخل ذلك المجال يرتكز على الفروق فى فترة الحاجة للنوم الخارجى والحماية من البرد ، فالمجموعة الثالثة لا تحتاج مطلقا للنوم الخارجى ، بينما المجموعات الرابعة والخامسة والسادسة تحتاج إليه نحو شهرين وأربعة أشهر وسبعة أشهر فأكثر على التوالى .

وبالرغم من أن عامل الحماية من المطر لا يلعب دوراً فى التقسيم المناخى التصميمى لمصر ، إلا أنه يجب مراعاة احتمالات سقوط الأمطار بكميات كبيرة خلال فترات قصيرة فى بعض المناطق ،ولذا يجب معرفة أقصى كمية أمطار سقطت خلال مدة ٢٤ ساعة متصلة ، لمراعاة ذلك عند تصميم طرق صرف مياه الأمطار من سطح المنشآت فى هذه الحالات الخاصة ، والتى لاتظهر فى قيمة المتوسط السنوى للأمطار.

ويوضح شكل (٢-١٦) الأقاليم المناخية التصميمية على خريطة مصر مع ملاحظة أنه لايمكن تمييز حدود واضحة تفصل بين الأقاليم ، ولكن هناك تداخل بين حدودها.

الإقليم المناخى التصميمى	اسم المحطة	ر١	ر٢	ر٣	ح١	ح٢	ح٣
		عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنه					
إقليم ساحل البحر المتوسط	السلوم	٢	.	.	٥	.	٤
	سيدى بران	٤	.	.	١	.	٤
	مرسي مطروح	٣	.	.	٦	.	٤
	الضبعة	٣	.	.	٧	.	٤
	الاسكندرية	٤	٢	.	١	.	٢
	دمياط	٤	١	.	.	.	٣
	بورسعيد	٤	٣	.	.	.	٤
	العريش	٣	.	.	٩	.	٢
	السرو	١	٢	.	٧	.	٢
	سخا	.	١	.	٨	.	٣
	جميزة	١	٢	.	٨	.	١
إقليم ساحل البحر الاحمر	الغردقة	٤	.	.	٥	١	٣
	القصير	٦	.	.	.	.	١
	أبو كيزان	٧	.	.	.	.	.
الإقليم شبه المتوسط	أدفينا	.	.	.	١٢	.	٤
	المنصورة	.	.	.	١٢	.	٣
	دمنهور	.	.	.	١٢	.	٤
	طنطا	.	.	.	١٢	.	٣
	شبين الكوم	.	.	.	١٢	.	٣
	الزقازيق	.	.	.	١٠	.	٣
الإقليم شبه الصحراوى	وادى النطرون	.	.	.	١٢	١	٣
	فايد	.	.	.	١٢	.	٣
	الاسماعيلية	.	.	.	١٢	٢	٤
	القاهرة	.	.	.	١٢	٢	٣
	الجيزة	.	.	.	١٢	٢	٣
	السويس	.	.	.	١٢	٢	٣
	الطور	١	.	.	١١	.	٢
الإقليم الصحراوى	حلوان	.	.	.	١١	٤	٤
	شكشوك	.	.	.	١٢		٣
	الفيوم	.	.	.	١٢	٤	٣
	بنى سويف	.	.	.	١٢	٣	٣
	سان أنطون	.	.	.	٨	٥	٥
	المنيا	.	.	.	١٢	٣	٣
	ملوى	.	١	.	١١	١	.
	أسيوط	.	.	.	١٢	٥	٣
	شندويل	.	.	.	١٢	٤	١
	نجع حمادى	.	.	.	١٢	٥	١
	قنا	.	.	.	١٢	٦	١
	الأقصر	.	.	.	١٢	٦	.
	سيوه	.	.	.	١٢	٢	٣
	البحرية	.	.	.	١٢	٤	٣
	الفرافرة	.	.	.	١٢	٥	٣
	الداخله	.	.	.	١٢	٤	٣
	الخارجة	.	.	.	١٢	٦	٢
الإقليم الصحراوى شديد الجفاف	أسوان	.	.	.	١٢	٧	١

جدول (٢-٥) الأقاليم المناخية التصميمة ، تبعا لنتائج تطبيق جداول ماهونى على البيانات المناخية فى ٤٥ محطة أرصاد جوية بمصر سنة ١٩٦٠م



- اقليم ساحل البحر المتوسط
- اقليم ساحل البحر الأحمر
- الاقليم شبه المتوسط
- الاقليم شبه الصحراوى
- الاقليم الصحراوى
- الاقليم الصحراوى شديد الجفاف
- مناطق مرتفعة بالصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء يختلف مناخها كليا عن الأقاليم السابقة.

شكل (٢-١٦) الأقاليم المناخية التصميمية فى مصر

٢-٣-٢-١ إقليم ساحل البحر المتوسط

يشمل إقليم ساحل البحر المتوسط كافة مدن الساحل الشمالى من السلوم غربا إلى العريش شرقا ويتسع الشريط الساحلى عند الدلتا ليشمل مدن سخا والسرو وجميزة، ويتميز هذا الإقليم كما يوضح جدول (٢-٦) بضرورة التهوية الطبيعية بمعدل ٢.٦ شهر/سنة، بالإضافة إلى الرغبة فى التهوية لمدة شهر آخر. ويكون الاحتياج إلى التخزين الحرارى بمعدل ٤.٧ شهر/سنه والحاجة إلى الحماية من البرد بمعدل ٣ أشهر/سنه.

إسم المحطة	عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنة					
	تهوية ضرورية	تهوية مرغوبة	حماية من الأمطار	تخزين حرارى	نوم فى الخارج	حماية من البرد
السلوم						
سيدى برانى						
مرسى مطروح						
الضبعه						
الاسكندريه						
دمياط						
بورسعيد						
العريش						
السرو						
سخا						
جيزه						
المتوسط السنوى	٢,٦	١	٠	٤,٧	حد أدنى	٣

جدول (٢-٦) متطلبات التصميم المناخى لإقليم ساحل البحر المتوسط

ويعتبر هذا الإقليم ذا مناخ معتدل، حيث أنه أكثر أجزاء مصر تأثراً بالبحر، مما يجعله أكثر الأقاليم انخفاضاً فى درجة الحرارة خلال فصل الصيف . وتتراوح المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة صيفاً داخل المجال البيومناخى الحار الرطب، حيث تتراوح درجات الحرارة نهاراً ٢٨.٥ - ٣٤.٥ْس ومعدلات الرطوبة بين ٦٠-٧٤٪ أما خلال الشتاء ، فتقع المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة فى المجال البارد حيث تتراوح بين ١٨-٢٠ْس . ويعتبر المدى الحرارى اليومى فى هذا الإقليم ، هو أقل ما فى مصر حيث يبلغ صيفاً ٧ْس كحد أقصى . ويعتبر هذا الإقليم أكثر أجزاء مصر تعرضا للانخفاضات والأعاصير العكسية الغربية ، وبالتالى فهو أكثر المناطق تعرضاً لتغير الطقس وكذلك لأكبر نسبة من الرياح الغربية ومعها الرياح الجنوبية فى فصل الربيع ، كما أنه يتعرض شتاءً لأسرع وأقوى رياح فى مصر ويعانى من نوات البحر العاصفة .

كما أن إقليم ساحل البحر المتوسط يعد الإقليم الوحيد الممطر حقا فى مصر، إذ يتراوح المطر بين حوالى ١٠٠ - ٢٠٠ مم/سنه . وعلى الرغم من قلته فإن المطر منتظم لاينقطع سنوياً . وتسقط أكبر نسبة من الأمطار فى قطاع الاسكندرية - البرلس ويقل منها شرقاً وغرباً . أما عن الرطوبة النسبية بهذا الإقليم، فهى تمثل أعلى نسبة لها فى مصر، خاصة فى فصل الصيف.

٢-٣-٢-٢ إقليم ساحل البحر الأحمر

يضم إقليم ساحل البحر الأحمر، الشريط الساحلى عند الغردقة والقصير . ويتميز هذا الإقليم بأعلى معدل للأشهر التى يلزم فيها التهوية الطبيعية، حيث يبلغ معدلها ٥.٧ شهر/سنه . كما يتميز بأقل معدل للأشهر التى تحتاج إلى تخزين حرارى ، حيث يصل معدلها إلى ٧ أشهر/ سنه . وتكاد تنعدم الرغبة فى النوم بالهواء الطلق . كما يتميز هذا الإقليم بالدفء ، حيث ينخفض معدل الأشهر التى تحتاج إلى الحماية من البرد إلى ١.٣ شهر/سنة ويوضح ذلك جدول رقم (٢-٧).

إسم المحطة	عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنة					
	تهوية ضرورية	تهوية مرغوبة	حماية من الأمطار	تخزين حرارى	نوم فى الخارج	حماية من البرد
الغردقة						
القصير						
أبو كيزان						
المتوسط السنوى	٥،٧ حد أقصى	٠	٠	١،٧ حد أدنى	٠.٣	١.٣

جدول (٢-٧) متطلبات التصميم المناخى لإقليم ساحل البحر الأحمر

يظهر تأثير البحر الأحمر فى هذا الإقليم فى خفض درجة حرارة مدن الساحل عن نظيراتها على نفس خطوط العرض بالداخل. ولكن يقل تأثير البحر الأحمر عنه فى حالة البحر المتوسط، حيث ترتفع درجات الحرارة العظمى والصغرى عن مثيلاتها على البحر المتوسط بحوالى ٢-٣ْس. ويسيطر على الإقليم المجال الحار الرطب خلال أشهر الصيف، حيث تتراوح المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة بين ٣٠.٥ - ٣٤ْس، وتتراوح فى نفس الفترة معدلات الرطوبة النسبية بين ٤٦٪ - ٥٦٪ . أما خلال الشتاء، فتقع المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة فى المجال البارد، حيث تتراوح بين ٩.٦ - ١٦.٥ْم، وترتفع معدلات الرطوبة النسبية بصفة عامة فى الشتاء عنها فى الصيف، بعكس ما يحدث عند ساحل البحر المتوسط، وتتركز رطوبة البحر الزائدة فى الجزء الساحلى الضيق المحصور بين الحائط الجبلى شديد الانحدار والبحر.

٢-٣-٢-٣ الإقليم شبه المتوسط

يشمل الإقليم شبه المتوسط منطقة الدلتا ويتميز بزيادة الحاجة إلى التخزين الحرارى بمعدل ١١.٧ شهر/سنه ، كما يتميز بامتداد فترة البرودة إذ يبلغ المتوسط السنوى لعدد الأشهر التى تتطلب الحماية من البرد ٣.٣ شهر/سنه ، وهو أعلى متوسط سنوى للأقاليم . ويوضح ذلك جدول (٢-٨).

يعتبر تأثير نهر النيل وأفرعه كمسطح مائى ممتد، على درجات الحرارة محدوداً، محلياً ولكنه محسوس من حيث أن يلطف من شدة الحرارة نوعا ما . وبدراسة البيانات المناخية فى هذا الإقليم وتوزيع المجالات البيومناخية المؤثرة على راحة الإنسان فيه، يتبين التشابه التابع بين الإقليم شبه المتوسط وإقليم ساحل البحر المتوسط . ويبدو الفارق الأساسى وهو امتداد المجال شديد البرودة فى ليالى الشتاء إلى أربعة أشهر بدلاً من شهرين فقط فى إقليم ساحل البحر المتوسط.

إسم المحطة	عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنة					
	تهوية ضرورية	تهوية مرغوبة	حماية من الأمطار	تخزين حرارى	نوم فى الخارج	حماية من البرد
أدفينا						
المنصورة						
دمنهور						
طنطا						
شبين الكوم						
الزقازيق						
المتوسط السنوى	٠	٠	٠	١١.٧	٠	٣.٣حد

جدول (٢-٨) متطلبات التصميم المناخى للإقليم شبه المتوسط

٢-٣-٢-٤ الإقليم شبه الصحراوى

يقع الإقليم شبه الصحراوى مباشرة فى جنوب الدلتا وجنوب إقليم ساحل البحر المتوسط ويمتد حتى الساحل الجنوبى لسيناء عند منطقة الطور. ويحتاج هذا الإقليم إلى تخزين حرارى بمعدل ١١.٩ شهر/ سنه بجانب الاحتياج إلى النوم فى الخارج بمعدل ١.٣ شهر/سنه، كما تقل برودة هذا الإقليم عن الإقليم شبه المتوسط، إذ يبلغ معدل الشهور التى تحتاج إلى الحماية من البرد ٣ أشهر/سنه، ويوضح ذلك جدول (٢-٩). ويمثل هذا الإقليم منطقة انتقالية بين الإقليمين شبه المتوسط والصحراوى، فهو يجمع بين شدة الحرارة صيفاً والاعتدال فى البرودة شتاءً. وتقع أشهر الصيف فى المجال شديد الحرارة وتصل درجات الحرارة العظمى به إلى ٣٦.٥سْ. وفى أشهر الشتاء لاتقل متوسطات درجة الحرارة الصغرى عن ١٠سْ، ويعتبر ذلك المعدل دافئ بالنسبة للإقليم شبه المتوسط.

إسم المحطة	عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنة					
	تهوية ضرورية	تهوية مرغوبة	حماية من الأمطار	تخزين حرارى	نوم فى الخارج	حماية من البرد
وادى النطرون						
القاهرة						
الجيزة						
فايد						
الاسماعيلية						
السويس						
الطور						
المتوسط السنوى	٠	٠	٠	١١,٩	١,٣	٣

جدول (٢-٩) متطلبات التصميم المناخى للأقليم شبه الصحراوى

٢-٣-٢-٥ الاقليم الصحراوى

يشمل جنوب الوادى ابتداء من الفيوم والصحراء الغربية شاملا الواحات ويتميز هذا الإقليم بزيادة فترة الاحتياج للتخزين الحرارى بمعدل ١١.٦ شهر/سنه، كما تزيد الحاجة إلى النوم فى الهواء ألطلق عنه فى الأقاليم السابقة. ويقل هذا الاقليم برودة عنهم، حيث يقل المتوسط السنوى للاحتياج للحماية من البرد إلى ٢.٤ شهر/سنه. ويوضح ذلك الجدول (٢-١٠).

ويعتبر هذا الإقليم من أكبر أقاليم مصر مساحة ويشكل الإقليم المناخى التصميمى الغالب بها، ويتصف هذا الإقليم بخاصية مميزة وهى القارية حيث الحرارة الشديدة صيفاً والبرودة الشديدة شتاء وقد يصل المدى الحرارى الفصلى أو اليومى فى هذا الإقليم إلى أكثر من ٢٠سْ وتزيد هذه القيمة كلما اتجهنا جنوباً.

وتنخفض قيمة النهاية الصغرى لدرجات الحرارة شتاءً لتصل ليلاً إلى ٥ سْ، ويساعد على ذلك ويضاعف منه صفاء السماء وقلة السحب ليلاً مما يساعد على حدوث الفقد الحرارى بالإشعاع ليلاً حيث يفقد سطح الأرض كمية كبيرة من الحرارة المختزنة به خلال ساعات النهار. كما تنخفض الرطوبة النسبية عامة ولكنها أعلى فى الشتاء عنها فى الصيف وذلك على عكس إقليم ساحل البحر المتوسط.

إسم المحطة	عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنة					
	تهوية ضرورية	تهوية مرغوبة	حماية من الأمطار	تخزين حرارى	نوم فى الخارج	حماية من البرد
حلوان						
شكشوك						
الفيوم						
بنى سويف						
المنيا						
ملوى						
أسيوط						
شندويل						
نجع حمادى						
قنا						
الأقصر						
سيوه						
البحرية						
الفرافرة						
الداخلة						
الخارجة						
سان أنطون						
المتوسط السنوى	٠	٠,٠٦	٠	١١,٦	٤,١	٢,٤

جدول (٢-١٠) متطلبات التصميم المناخى للأقليم الصحراوى

٢-٣-٢-٦ الاقليم الصحراوى شديد الجفاف

يتضمن الإقليم الصحراوى شديد الجفاف منطقة أسوان والسد العالى وبحيرة ناصر حتى الحدود الجنوبية لمصر ويتميز هذا الإقليم بأكبر معدل للاحتياج للتخزين الحرارى ويصل إلى ١٢ شهر/سنه، وكذلك أكبر معدل سنوى للاحتياج للنوم فى الهواء الطلق، ويصل إلى ٧ أشهر/سنة، كما أن هذا الإقليم هو أكثر الأقاليم دفئاً، حيث لا يحتاج للحماية من البرد سوى شهر واحد فى السنة وهو أقل معدل للحماية من البرد فى مصر جدول (٢-١١). ويتميز الجزء الجنوبى من أرض مصر بأوضاعه المناخية المدارية، حيث يبدأ الصيف به مبكراً ويتأخر كلما اتجهنا شمالاً، فرغم أن أعلى الشهور حرارة فى الجزء الأكبر من مصر وهو يوليو، يلاحظ أنه يكون هو شهر يونيو فى أقصى الجنوب. ويتميز هذا الإقليم بشدة الجفاف، حيث تنعدم الأمطار كلياً ولا تتجاوز معدلات الرطوبة النسبية ٢٠٪ صيفاً و٤٠٪ شتاء.

إسم المحطة	عدد شهور الحاجة إلى المتطلبات التصميمية المناخية/سنة					
	تهوية ضرورية	تهوية مرغوبة	حماية من الأمطار	تخزين حرارى	نوم فى الخارج	حماية من البرد
أسوان						
المتوسط السنوى	٥,٧ حد أقصى	.	.	١,٧ حد أدنى	٠,٣	١,٣

جدول (٢-١١) متطلبات التصميم المناخى للإقليم الصحراوى شديد الجفاف

ويعتبر الإقليم الصحراوى شديد الجفاف، هو قطب الحرارة صيفاً، حيث تقع فيه خمسة أشهر ابتداء من شهر مايو إلى سبتمبر، فى المجال شديد الحرارة، حيث تتراوح متوسطات درجات الحرارة بها نهاراً بين ٤٠-٤٢ سْ بينما تكون ليلاً بين ٢٤-٢٦سْ. وبجانب ذلك، يقع شهرا ابريل وأكتوبر فى المجال الحار الجاف، حيث تتراوح متوسطات درجات الحرارة بهما نهاراً بين ٣٦، ٣٧سْ، بينما تكون ليلاً بين ١٨.٥ - ٢١.٥سْ، وتتراوح معدلات الرطوبة خلال اليوم بين ٢١، ٣٠٪. وترجع سيطرة المجال الحار وشديد الحرارة على هذا الإقليم إلى ارتفاع زاوية أشعة الشمس وطول ساعات النهار مع صفاء السماء وخلوها من السحب. ويقتصر مجال الراحة فى هذا الإقليم على شهرى مارس ونوفمبر، بينما تقع شهور ديسمبر ويناير وفبراير فى المجال البارد. وقد تتطرف ليالى شهر يناير إلى المجال شديد البرودة. ومع ذلك يلاحظ أن هذا الاقليم عموماً يتصف بالدفء النسبى شتاء خاصة فى الليل حيث لاتنخفض متوسطات درجات الحرارة الصغرى عن ٩.٥ فى يناير وهو أبرد الشهور على الإطلاق فى هذه المنطقة.

ويبلغ المدى الحرارى اليومى أقصاه فى هذا الإقليم، فيتراوح بين ١٥، ١٩سْ، مما يجعل حرارة الصيف محتملة بفضل فترة الليل التى تبرد وتلطف كثيراً وتعوض حر النهار اللافح. ويزيد المدى الحرارى اليومى فى الصيف عن الشتاء.

٢-٣-٣ المجالات البيومناخية للأقاليم التصميمية

تستخدم خريطة الراحة الحرارية لأولجياى لتحليل مناخ كل إقليم تصميمى. وبتوقيع المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى مع المعدلات الشهرية العظمى والصغرى للرطوبة النسبية، على خريطة الراحة الحرارية، يمكن تحديد توزيعات أشهر السنة على مختلف المجالات البيومناخية لمجموعة من المدن التى تمثل الأقاليم التصميمية المناخية فى مصر. ويوضح جدول (٢-١٢) توزيع عدد أشهر على المجالات البيومناخية المختلفة بالنسبة للأقاليم المناخية فى مصر وبدراسة الرسومات البيومناخية يتضح ما يلى :-

- يزداد المدى الحرارى اليومى كلما اتجهنا من شمال القطر الساحلى إلى جنوبه.

- يسود المجال البارد فى فترة الليل لمدة تتراوح بين ٦-٨ أشهر/سنة، وذلك فى مختلف الأقاليم ولكن تختلف هذه الأشهر من إقليم إلى آخر. أما المجال شديد البرودة، فهو يوجد فقط فى ليالى أشهر الشتاء فى الإقليم شبه المتوسط والإقليم الصحراوى.

- تمثل فترة وقوع مناخ إقليم ساحل البحر الأحمر فى مجال الراحة الحرارية ٥٠٪ من فترات السنة سواء نهاراً أو ليلاً، كما يتمثل مجال الراحة الحرارية فى الإقليم الصحراوى شديد الجفاف فى فترة النهار لأشهر الشتاء الثلاثة وفى فترة الليل فى أشهر الصيف التى قد تصل إلى ستة أشهر.

- يسود المناخ الحار الرطب فى إقليم ساحل البحر المتوسط وشبه المتوسط وإقليم البحر الأحمر نهاراً لمدة ستة أشهر من مايو إلى أكتوبر، ويمتد أيضا إلى فترة الليل فى أشهر الصيف بالنسبة لإقليمى ساحل البحر المتوسط وشبه المتوسط.

- يسود المناخ الحار الجاف فى الأقاليم الصحراوية فى شهرى ابريل ومايو ويمتد فى منطقة الجنوب حيث الجفاف الشديد إلى شهرى مارس ونوفمبر ويمثل المجال شديد الحرارة ٥٠٪ من أشهر العام نهاراً فى الإقليمين الصحراوى والصحراوى شديد الجفاف.

الإقليم المناخى		عدد شهور المجالات البيومناخية/سنة					
		المجال شديد البرودة	المجال البارد	مجال الراحة الحرارية	المجال الحار الرطب	المجال الحار الجاف	المجال شديد الحرارة
ساحل البحر المتوسط	نهار		٣	٣	٦		
	ليل	١	٧		٤		
ساحل البحر الأحمر	نهار		١	٥	٦		
	ليل		٦	٦			
شبه المتوسط	نهار		٣	٤	٥		
	ليل	٣	٧		٢		
شبه الصحراوى	نهار		٢	٣	٢	٢	٣
	ليل		٨	١	٣		
الصحراوى	نهار		١	٤		٢	٥
	ليل	٤	٦	١	١		
الصحراوى شديد الجفاف	نهار					٣	٦
	ليل	١	٥	٦			

جدول (٢-١٢) عدد شهور المجالات البيومناخية التصميمية فى مصر

٢-٣-٤ تحديد وسائل المعالجة المناخية التصميمية المناسبة لأقاليم مصر

يمكن ذلك باستخدام الخريطة السيكرومترية، وتوضيح علاقة الظروف المناخية لمنطقة ما بالنسبة لوسائل المعالجة المناخية المناسبة سواء كانت سلبية أو ميكانيكية، لتحقيق الراحة الحرارية . حيث يمكن مع توقيع البيانات المناخية لمجموعة من المدن التى تمثل الأقاليم المناخية على الخريطة السيكرومترية تحديد الاحتياجات التصميمية لكل إقليم.

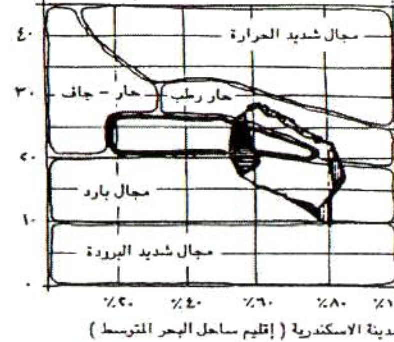
وقد استخدمت قيم المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى ومعدلات الرطوبة العظمى والصغرى، على مدار أشهر السنة لتمثل احتياجات الليل والنهار. ويوضح شكل (٢-١٧) الرسومات البيانية لمناخ مجموعة من المدن تمثل الأقاليم المناخية التصميمية فى مصر على شكل السيكرومترى.

وقد تم منها استنتاج الاحتياجات التصميمية لوسائل المعالجات المناخية (سواء كانت سلبية أو ميكانيكية) لكل إقليم ليلاً ونهاراً، ويوضح جدول رقم (٢-١٣) عدد أشهر المعالجات المناخية اللازمة لكل إقليم. وبدراسة الرسومات البيانية بشكل (٢-١٨) والجدول (٢-١٣) يتضح ما يلى :

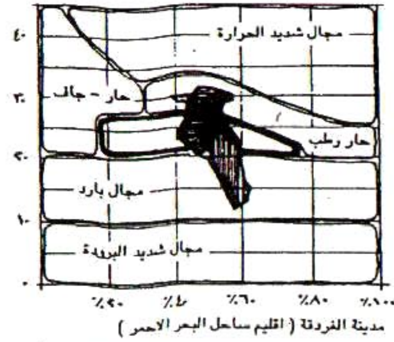
- يحتاج كل من الإقليم شبه المتوسط والصحراوى إلى تدفئة بالوسائل الميكانيكية طوال ليالى الشتاء (لفترة ثلاثة أشهر).

- تحتاج جميع الأقاليم إلى تدفئة بالوسائل السلبية (تخزين حرارى) تتراوح بالنسبة لفترة الليل من ٤ - ٨ أشهر. أما بالنسبة لفترة النهار، فيقتصر الاحتياج إلى التدفئة بالطرق السلبية من إقليم ساحل البحر المتوسط وشبه المتوسط الصحراوى لفترة من ١-٤ أشهر.

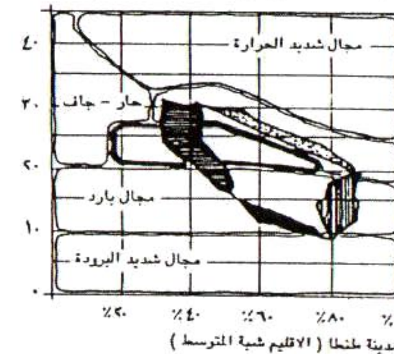
- يعتبر الإقليم الصحراوى هو أشد الأقاليم حرارة، إذ يبلغ عدد الأشهر التى يحتاج فيها إلى تبريد حوالى ١١ شهراً.



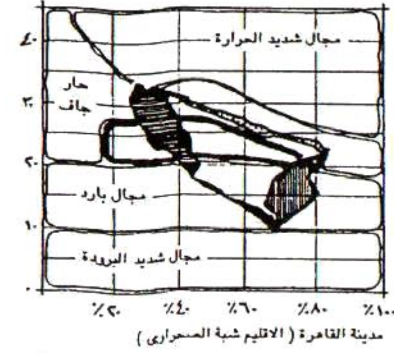
مدينة الاسكندرية (إقليم ساحل البحر المتوسط)



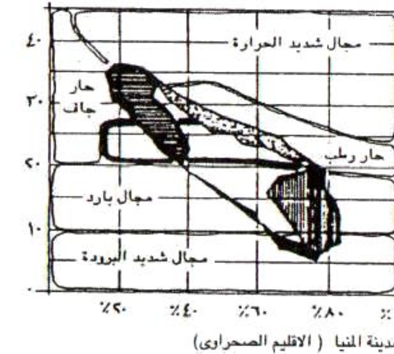
مدينة الغردقة (اقليم ساحل البحر الاحمر)



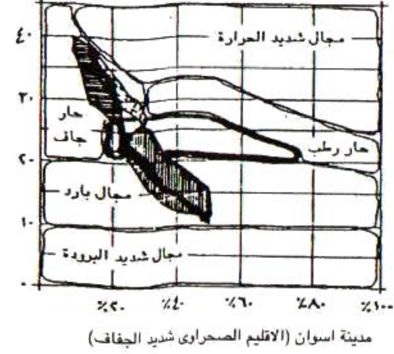
مدينة طنطا (الاقليم شبة المتوسط)



مدينة القاهرة (الاقليم شبة الصحراوى)



مدينة المنيا (الاقليم الصحراوى)



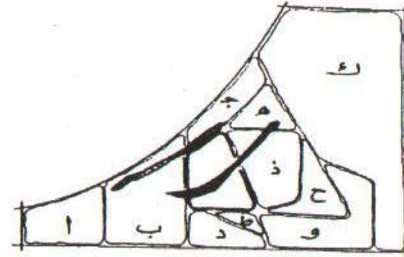
مدينة اسوان (الاقليم الصحراوى شديد الجفاف)

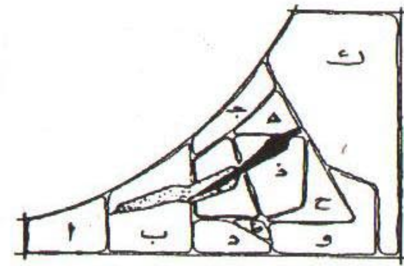
شكل (٢-١٧) الرسم البيومناخى لمجموعة من المدن تمثل الأقاليم المناخية التصميمية فى مصر

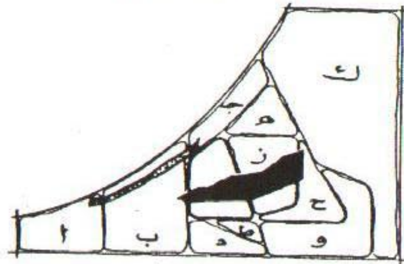
- توزيع المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة ومعدلات الرطوبة لفترة النهار ، على مدار شهور العام
- توزيع المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة ومعدلات الرطوبة لفترة الليل ، على مدار شهور العام
- توزيع درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة لساعات اليوم لشهر أغسطس
- توزيع درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة لساعات اليوم لشهر يناير

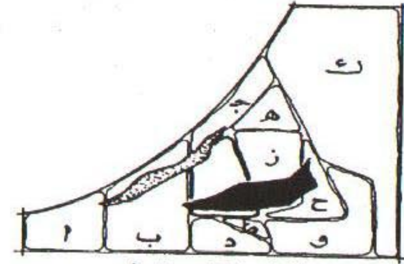
الإقليم المناخى		الراحة الحرارية	وسائل التدفئة		تجفيف	ترطيب	تهوية	وسائل التبريد				
			أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	ح	ط	ك
ساحل البحر المتوسط	نهار	٣		٤			٢		٣			
	ليل			٨	٢		١					
ساحل البحر الأحمر	نهار	٥					٢		٥			
	ليل	٣		٦					١			
شبه المتوسط	نهار	٤		٢					٣	٣		
	ليل			٧	٢							
شبه الصحراوى	نهار	٤		١					٤	٣		
	ليل	١	١	٧	٣							
الصحراوى	نهار	١						٥	١	٣	٢	
	ليل	٥	٢	٤								
الصحراوى شديد الجفاف	نهار					٣		٨		١	١	
	ليل	٥	١	٥		١						

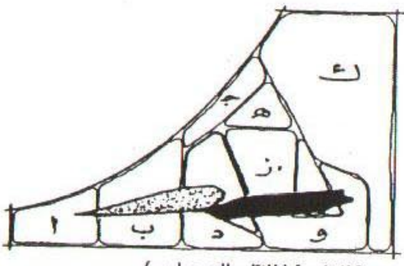
جدول (٢-١٣) عدد شهور المعالجات المناخية لمختلف الأقاليم التصميمية فى مصر

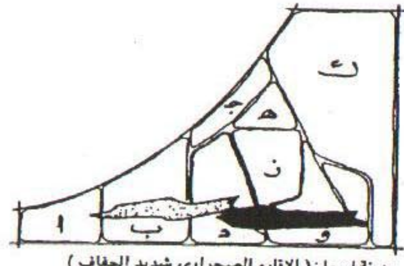

مدينة الاسكندرية (اقليم ساحل البحر المتوسط)


مدينة الغردقة (اقليم ساحل البحر الاحمر)


مدينة طنطا (الاقليم شبه المتوسط)


مدينة القاهرة (الاقليم شبه الصحراوى)


مدينة الخارجة (الاقليم الصحراوى)


مدينة اسوان(الاقليم الصحراوى شديد الجفاف)


درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة الصغرى (ليلاً).

درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة العظمى (نهاراً).

المعالجات المناخية

أ - تدفئة بالوسائل الميكانيكية.

ب - تدفئة بالوسائل السلبية بأشعة الشمس.

ج - تجفيف وخفض معدل الرطوبة مع الحماية من أشعة الشمس.

د - ترطيب الهواء.

هـ- تهوية طبيعية مع التظليل.

و - تبريد بالبخر مع الحماية من أشعة الشمس بالتظليل.

ز - تبريد بالإشعاع (تخزين حرارى عالى) مع التهوية والتبريد بالبخر

ح - تبريد بالإشعاع (تخزين حرارى متوسط) مع التهوية والتبريد بالبخر

ط - الحماية من أشعة الشمس بالتظليل.

ك - التبريد بالطرق الميكانيكية (تكييف هواء تقليدى).

شكل (٢-١٨) الرسم البيانى لمناخ مجموعة من المدن تمثل الأقاليم المناخية التصميمية فى مصر

الشهور	درجات الحرارة "درجة مئوية"					الدرجة/ اليوم		الأمطار مم	الرطوبة النسبية			الرياح			درجة صفاء السماء (أوكتا)	الطاقة الشمسية على الأسطح الأفقية		
	العظمى	الصغرى	المتوسط	التطرف الحد الأعلى	التطرف الحد الأدنى	التدفئة درجة أساس ١٨,٣م	التبريد درجة أساس ٢٥,٠م		العظمى	الصغرى	المتوسط	سرعة الرياح م/ث ع	سرعة الرياح م/ث ص	الاتجاه س ث		كيبي ميجا جول	مشتت /م٢	
يناير	١٧,٦	٩,٥	١٢,٤٧	٢٦,٢	٢,٤	١٤٩,٧	-	٤٨,٣	٧٩	٥٤	٧٠,٢	١٠,٩	٧,١	ع غ غ	٤,٣	١١,٥	٥,٦	٤٨
فبراير	١٩,٩	١٠,٩	١٤,٣٧	٣٦,٤	٢,٤	١١٠,٧	-	٢٨,٤	٧٨	٥١	٦٧,٨	١١,٤	٧,١	ش ش غ	٤,١	١٥,١	٦,٥	٤٢
مارس	٢١,٠	١٤,٧	١٥,٩٦	٤٠,٤	٦,٢	٧٣,١٣	-	١٤,٠	٧٨	٥٠	٦٦,٤	١١,٧	٧,٣	شغ شغ	٣,٢	١٨,٦	٧,٥	٤١
أبريل	٢٧,٠	١٤,٤	١٨,٥٢	٤١,٦	٧,٠	١٤,٣٤	-	٢,٧	٨٠	٤٩	٦٥,٩	١١,٤	٦,٤	شغ شغ	٣,٧	٢٢,٤	٩,٩	٤٤
مايو	٢٧,٥	١٧,٢	٢١,٥٣	٤١,٨	١٠,٥	٠,٢٨	١٩	١,٥	٨٤	٥٢	٦٨,١	١٠,٩	٥,٠	شغ ش	٢,٣	٢٥,٢	٨,٩	٢٦
يونيه	٢٨,٦	٢٠,٥	٢٤,٤٥	٤٢,١	١١,٧	-	٨,١٤	٠,٠	٨٤	٥٧	٧٠,٢	١١,٥	٥,٤	شغ ش	١,٩	٢٦,٩	٧,٤	٢٨
يوليو	٣٠,٥	٢٣,٠	٢٦,١٤	٣٨,١	١٧,٥	-	٣٧,٦٨	٠,٠	٨٤	٦٠	٧٠,٠	١٢,٠	٦,٠	شغ شغ	٢,٩	٢٥,٩	٧,٦	٢٩
أغسطس	٣٠,٦	٢٢,٤	٢٧,٦	٣٩,٧	١٧,٤	-	٥٠,٥٧	٠,٥	٨٢	٦٠	٧١,١	١١,٤	٥,٥	شغ شغ	٣,٢	٢٣,٨	٧,٢	٣٠
سبتمبر	٢٩,٦	٢١,٨	٢٥,٤٧	٣٩,٩	١٥,٧	-	٢١,٩٣	٠,٤	٨٢	٥٦	٦٨,٠	١٠,٦	٤,٥	شغ شغ	٣	١٠,٤	٦,٤	٢٢
أكتوبر	٢٧,٢	١٨,٨	٢٢,٨٢	٣٩,٠	١١,٩	٠,٠١	٠,٧٢	٧,٩	٨١	٥٣	٦٨,٢	٩,٧	٤,٢	ش ش	٣	١٦,٢	٥,٥	٢٤
نوفمبر	٢٤,٢	١٥,٧	١٩,٣٦	٣٦,٥	٧,٤	٣,٨٢	-	٣٢,٢	٨١	٥٤	٧٠,٢	٩,٣	٤,٩	شغ ش	٤,٥	١٢	٥,١	٤٢
ديسمبر	١٩,٤	١١,٨	١٥,٢٧	٢٨,٦	٤,٢	٩٤,٠٢	-	٥٦,٢	٨٠	٥٥	٧١,٠	١٠,٨	٧,٠	ع غ ش	٥,٧	١٠,٥	٤,٧	٤٥
المتوسطة	٢٥,٣	١٦,٨	٢٠,٢٣	٣٧,٣٥	٩,٥٢	٤٤٥,٤	١٢١,٩	١٦,٠	٨١,٠	٥٤	٦٨,٩	١٠,٩	٥,٨	شغ شغ	٣,٥	١٩,١	٦,٩	٢٨

عند خط عرض ١٢ - ٣١ شمالاً

طول ٥٧ - ٢٩ شرقاً

أرتفاع ٦,٨ م

جدول (٢-١٤) البيانات المناخية لمدينة الإسكندرية متوسطات شهرية

الشهور	درجات الحرارة "درجة مئوية"					الدرجة/ اليوم		الأمطار مم	الرطوبة النسبية			الرياح			درجة صفاء السماء (أوكتا)	الطاقة الشمسية على الأسطح الأفقية		
	العظمى	الصغرى	المتوسط	التطرف الحد الأعلى	التطرف الحد الأدنى	التدفئة درجة أساس ١٨,٣م	التبريد درجة أساس ٢٥,٠م		العظمى	الصغرى	المتوسط	سرعة الرياح م/ث ع	سرعة الرياح م/ث ص	الاتجاه س ث		كيبي ميجا جول	مشتت /م٢	
يناير	٢٠,٥	١٠,٢	١٥,١٣	٢٨,٧	٣,٥٠	٨٣,٧٣	-	٠,٣	٥٩	٤٥	٥٣,١	١٠	٥,٨	غش شغ	١,٧	١٥,٣	٣,٥	٢٣
فبراير	٢٢,٧	١١,٨	١٦,١١	٢٩,٩	٣,٤	٥٠,٥٣	-	٠,٤	٦٠	٤٠	٥١,٤	١٢,٤	٦,٧	غش شغ	١,٩	١٩,٣	٤,٣	٢٢
مارس	٢٤,٢	١٤,٢	١٩,٠٢	٣٤,٣	٥,٤	٩,٢٤	-	٠,٤	٥٥	٤١	٥٠,٠٠	١٢,٨	٧,٢	شغ غ	١,٩	٢٣,٥	٤,٩	٢١
أبريل	٢٧,١	١٧,٩	٢٢,٣٩	٣٨,٧	٨,٥	٠,٠٢	٠,٣٣	٠,٢	٥٣	٤٢	٥١,٨	١٢,٦	٨,٣	ش	١,٤	٢٦,٧	٦,٦	٢٥
مايو	٢٠,١	١٢,١	٢٥,٨٧	٣٩,٤	١٣,٣	-	٣٢,٥٧	٠,٤	٥٠	٤٢	٤٧,٢	١٤,١	٩,٩	شغ ش	١,١	٢٨,٣	٦,٣	٢٢
يونيه	٣١,٦	٢٤,٩	٢٨,٢٣	٤٢,٦	١٦,٧	-	٩٩,٩	٠,٠	٥٣	٣٨	٤٦,٧	١٥	١٠,٤	شغ ش	٠,١	٢٩,٧	٥,٢	١٨
يوليو	٣٢,٦	٢٦,٣	٢٩,٣٩	٤٣,٠	١٩,٥	-	١٣٦,٠	٠,٠	٥٥	٣٩	٤٩,٣	١٥,٢	٩,٨	شغ ش	٠,٤	٢٩,٤	٥,٢	١٨
أغسطس	٣٢,١	٢٦,٦	٢٩,١٢	٤٠,٩	٢٠,٥	-	١٤٣,٢	٠,٠	٥٤	٣٨	٤٩,٢	١٤,٩	٩,٤	شغ شغ	٠,١	٢٧,٩	٤,٨	١٧
سبتمبر	٣٠,٥	٢٤,٦	٢٧,٨١	٣٣,٠	١٧,٨	-	٨٤,١١	٠,٠	٥٧	٤٣	٥٣,٤	١٥,٥	٧	شغ غش	٠,٣	٢٥	٤,١	١٦
أكتوبر	٢٩,٧	٢٠,٩	٢٥,٠٧	٣٨,٢	٨٢,٩	-	١٦,٣٢	٠,٢	٦	٤٩	٥٦,١	١٠,٧	٢,٥	غش شغ	٠,١	٢٠	٣,٧	١٩
نوفمبر	٢٥,٩	١٦,٦	٢١,١٢	٢٤,٤	٧,٦	٠,٥٣	٠,١١	٠,٣	٦٠	٥١	٥٥,٧	٨,٨	٣,٩	غش شغ	١,٧	١٦,١	٣,٢	٢٠
ديسمبر	٢١,٩	١٢,٢	١٧,٠٩	٣٠,٢	٥,٥	٤٢,٩٦	-	١,٠	٦١	٥٠	٥٦	٩,١	٥,٤	غش شغ	١,٧	١٤,١	٣,٠	٢٢
المتوسطة	٢٧,٥	١٧,٨	٢٣,٢	-	-	٨٧,٠٤	٥١٤,٠	٣,٦	٥٦,٥	٤١,٢	٥١,٧	١٢,٦	٧,٢	شغ ش	١,٠٥	٢٢,٩	٤,٦	٢٠

عند خط عرض ١٧ - ٢٧ شمالاً

طول ٤٦ - ٣٣ شرقاً

أرتفاع ٢,٨ م

جدول (٢-١٥) البيانات المناخية لمدينة الغردقة متوسطات شهرية

الشهور	درجات الحرارة "درجة مئوية"					الدرجة/ اليوم		الأمطار مم	الرطوبة النسبية			الرياح			درجة صفاء السماء (أوكتا)	الطاقة الشمسية على الأسطح الأفقية		
	العظمى	الصغرى	المتوسط	التطرف: الحد الأعلى	التطرف: الحد الأدنى	التدفئة درجة أساس ١٨,٣م	التبريد درجة أساس ٢٥,٠٠م		العظمى	الصغرى	المتوسط	سرعة الرياح م/ث ع	سرعة الرياح م/ث ص	الاتجاه س ث		كيبي ميجا جول	مشتت /م٢	
يناير	١٩,١	٧,٢	١٢,٠٣	٢٧,٤	٠,٨	١٩٤,٣	-	٩,٠	٨٩	٥٠	٧٤,٥	٧,٨	٣,٥	ع ع غ	٢,٣	١٣,٣	٣,٧	٣٠
فبراير	٢١,٣	٧,٥	١٢,٤٥	٣٠,٦	١,٤	١٦٣,٨	-	٧,٥	٨٦	٤٣	٦٨,٢	٩,٤	٤,٥	ع ع غ	٢,٢	١٧,٧	٤,٦٠	٢٦
مارس	٢٣,٢	٩,٢	١٣,٢٠	٣٦,٥	٢,٤	١٥٨,٠٠	-	٤,٢	٨٦	٣٨	٦٥,٥	١٠,٠٠	٤,٤	ش غ غ	٢,٤	٢١,٣	٦,١	٢٨
أبريل	٢٦,٨	١١,٤	١٤,٢٧	٤١,٨	٥,٠	١٢٢,٠٠	-	١,٩	٨٨	٣٤	٦٢,٦	١٠,٤	٣,٨	ش غ ش	٢,٦	٢٥,٥	٧,٩	٢١
مايو	٣٠,٦	١٣,٩	٢٢,٢٤	٤٣,٠	٦,٦	١,٧٨	٤,٩٢	٤,٢	٨٧	٢٨	٥٧,٦	١٠,٧	٢,٦	ش ش غ	١,٣	٢٨	٧,٢	٢٦
يونيه	٣٣,٦	١٦,٩	٢٣,٧٧	٤١,٤	١١,٨	٠,٥٢	١٥,٤٣	...	٨٩	٣١	٥٩,٣	١٠,٥	١,٩	ش غ ش	٠,٥	٢٨,٧	٦,٣	٢٢
يوليو	٣٣,٥	١٩,٩	٢٤,٤٨	٣٨,٢	١٥,٨	٠,٢١	٣٣,٦١	...	٩٣	٤٢	٦٨,٧	١٠,٠٠	١,٤	ش غ ش	١,١	٢٨,٧	٦,٤	٢٣
أغسطس	٣١,١٩	٢٠,٠٠	٢٤,٨١	٣٨,٢	١٥,٤	٠,١٢	٣٦,٩٩	...	٩٤	٤٣	٧١,٣	٩,٠	١,٣	ش غ ش	١	٢٥,٨	٦	٢٣
سبتمبر	٣١,٧	١٨,٦	٢٤,٨٠	٢٩,٠	١٣,٤	٠,١	٢٥,٥٤	٠,٢	٩٤	٣٩	٦٩,٣	٩,١	١,١	ش غ ش	٠,٩	٢٢,٦	٥,١	٢٣
أكتوبر	٢٩,٢	١٦,٣	٢٤,٣٤	٣٧,٤	١٠,٤	٠,١٦	١٩,٨٩	٤,٢	٩٠	٣٨	٦٧,١	٩,١	١,٦	ش ش غ	١,٢	١٨,٣	٤,١	٢٣
نوفمبر	٢٣,١	١٢,٤	٢٣,٣٨	٣١,٣	٦,٣	٠,٦	١٠,٨٧	٤,٦	٨٩	٤٧	٧١,٩	٧,٨	٢,١	ش ش غ	٢,٢	١٣,٨	٣,٨	٢٨
ديسمبر	١٩,٢	٩,٠	١٣,٥٨	٢٦,٨	٠,٦٠	١٤٦,٣	-	٩,٧	٨٨	٥١	٧٣,٣	٨,٥	٢,١	ع ع غ	٣,٥	١١,٩	٣,٦	٣٠
المتوسطة	٢٨,٩	١٣,٥	١٩,٤	٣٦	٧,٥	٧٨٨,٢	١٣١,٧	٣,٨	٨٩,٤	٤٠,٢	٦٧,٤	٩,٤	٢,٥	ش غ ش	١,٨	٢١,٢	٥,١	٢٦

عند خط عرض ٤٩ – ٣٠ْ شمالاً
طول ٥٦ – ٣٠ شرقاً
أرتفاع ١٥,٤ م

جدول (٢-١٦) البيانات المناخية لمدينة طنطا
متوسطات شهرية

الشهور	درجات الحرارة "درجة مئوية"					الدرجة/ اليوم		الأمطار مم	الرطوبة النسبية			الرياح			درجة صفاء السماء (أوكتا)	الطاقة الشمسية على الأسطح الأفقية		
	العظمى	الصغرى	المتوسط	التطرف: الحد الأعلى	التطرف: الحد الأدنى	التدفئة درجة أساس ١٨,٣م	التبريد درجة أساس ٢٥,٠٠م		العظمى	الصغرى	المتوسط	سرعة الرياح م/ث ع	سرعة الرياح م/ث ص	الاتجاه س ث		كيبي ميجا جول	مشتت /م٢	
يناير	١٧	٧,٥	١١,٦٩	٢٩,٣	٣,٣	٢٠٤,٦	-	٦,١	٨٣	٥٢	٧١,٥	٨,٠٠	٣,٥	ع غ ع	٢,١	١٢,٩	٤,٤	٣٥
فبراير	١٧,٥	٧,٧	١٢,٠٧	٣٤,٧	٢,٢	١٧٤,٣	-	٣,٣	٧٨	٤٥	٦٤,٩	٩,٥	٣,٠٠	ش ش	١,٩	١٦,٥	٥,٣	٣٢
مارس	٢٠,٣	٨,٤٠	١٤,١١	٣٨,٦	١,٣	١٢٩,٩	-	٢,٤	٨٠	٤١	٦٣,٣	٩,٥	٣,٠٠	ش غ ش	٣,١	٢٠	٦,٤	٣٢
أبريل	٢٥,٨	١١,٦	١٥,٦٧	٤٢,٩	٣,٥	٨١,٠٩	-	١,٥	٨٣	٣٦	٦١,٨	٨,٥	٢,٠٠	ش ش	٢,١	٢٤	٨,٣	٣٥
مايو	٢٩,٢	١٤,٤	٢٢,٢٠	٤٨,٠٠	٧,٩	١,١٩	٣,٣١	صفر	٨٤	٣٢	٥٩,١	٨,٠٠	٢,٠٠	ش ش	٢,٣	٢٦,٦	٧,٦	٢٩
يونيه	٣٢,٨	١٧,٩	٢٥,٦٧	٤٧,٤	١١,٩	٠,٠٠٦	٤٠,٦٦	٠,١	٨٢	٣٠	٥٤,٩	٨,٥	١,٥	ش ش	٠,٨	٢٨	٦,٣	٢٣
يوليو	٣٢,٢	١٩,٦	٢٦,١٧	٤٥,٥	١٥,٠	٠,٠٠١	٤٧,٢٣	...	٨٨	٤٢	٦٦,٨	٦,٥	١,٠٠	ش ش	١,٠٠	٢٧	٦,٦	٢٤
أغسطس	٣١,٩	١٩,٦	٢٩,٧٨	٤٠,٨	١٥,٣	٠,٠٠١	٣٨,٧٠	٠,٠	٩٠	٤٦	٧١,٠٠	٥,٥	١,٠٠	ش غ ش	١,١	٢٥,٧	٥,٩	٢٣
سبتمبر	٣١,٢	١٨,٣	٢٤,٨٠	٤٢,٩	١١,٩	٠,٠٠٤	٢٢,٨٢	...	٩١	٤٢	٦٩,٣	٥م٠	١,٠٠	ش ش	١,٢	٢٢,٦	٥	٢٢
أكتوبر	٢٨,٦	٣١,٠٠	٢١,٨٩	٤٤,٥	٩,٢	٠,٩٢	١,٥٥	٠,٤	٨٧	٤٠	٦٦,٤	٦,٥	١,٠٠	ش ش	١,٣	١٨,١	٤,٣	٢٤
نوفمبر	٢٣,٥	١١,٨	١٦,٩٥	٣٨,٨	٣,٤	٤٧,٣٨	-	٢,٧	٨١	٣٣	٥٦,٥	٧,٥	٢,٠٠	ش ش غ	٢,٩	١٣,٦	٤	٣٠
ديسمبر	١٩,١	٧,٦	١٢,٢٢	٣٣,٦	١,١	١٨٨,٣	-	٦,١	٨٣	٤٩	٧١,١	٦,٥	٠,٥	ش ش غ	١,٢	١١,٩	٣,٧	٣١
المتوسطة	٢٥,٨	١٣,٤	١٩,١	٤٠,٨	٣,٣	٨٢٨,٠٠	١٥,٨٤	١,٩	٨٤,٢	٣٨,٢	٦٤,٧	٧,٥	١,٩	ش غ ش	١,٨	٢٠,٦	٥,٦	٢٨

عند خط عرض ٨ – ٣٠ْ شمالاً
طول ١٥م – ٣١ شرقاً
أرتفاع ٤٠,١

جدول (٢-١٧) البيانات المناخية لمدينة بهتيم
متوسطات شهرية

الشهور	درجات الحرارة (درجة مئوية): العظمى	الصغرى	المتوسط	التطرف: الحد الأعلى	التطرف: الحد الأدنى	الدرجة/ اليوم: التدفئة (درجة أساس ١٨,٣م)	الدرجة/ اليوم: التبريد (درجة أساس ٢٥,٠٠م)	الأمطار مم	الرطوبة النسبية: العظمى	الصغرى	المتوسط	الرياح: سرعة الرياح م/ث: ع	ص	الاتجاه س ث	درجة صفاء السماء (أوكتا)	الطاقة الشمسية على الأسطح الأفقية: كيبي ميجا جول	مشتت /م٢	
يناير	٢٠,٢	٥,٢	١١,٩٨	٣١,٧	٤,٠	١٦٩,٩	-	٠,٥	٧٧	٣٨	٦٠,٨	٧,٧	٣,٤	ش ش غ	١,٨	١٤,٨	٣,٥	٤٢
فبراير	٢٢,٨	٦,٥	١٢,٨٥	٣٥,٤	٠,٧٠	١٥١,٩	-	١٤	٧٤	٣٢	٥٥,١	٨,٨	٤,٣	ش ش غ	١,٢	١٩,٣	٤,١	٢١
مارس	٢٦,٣	٩,٢	١٤,٢٥	٤٠,٩	٠,٣٠	١٢٦,٣	-	٠,٤	٧٣	٢٧	٥١,٣	٩,٧	٤,٧	ش ش غ	١,٩	٢٣	٤,٩	٢٢
أبريل	٣١,٢	١٣,١	١٦,١٨	٤٤,٣	٨,٥	٧٦,٠٧	٠,١٢	٠,٥	٦٨	٢٠	٤٣,٥	١٠,٥	٦,٣	ش ش غ	١,٧	٢٧	٦,٥	٢٤
مايو	٣٥,٦	١٧,٠	١٨,١٦	٤٨,٠	١٣,٠	٤٧,٠	١,١١	٠,٧	٦٤	١٨	٣٨,٥	١١,٥	٦,٩	ش ش غ	١,٠	٢٨,٣	٦,٣	٢٣
يونيه	٣٧,٤	١٩,٦	١٩,٨٤	٤٧,٥	١٦,٠	٢٥,٩١	٤,٠٧	٠,٠	٦٩	٢١	٤٢,٤	١٢,٢	٧,٤	ش ش غ	٠,٢	٢٩,٨	٥,٢	١٨
يوليو	٣٧,٢	٢٠,٨	٢١,١٢	٤٥,٥	١٦,٠	١٥,٥١	٩,١٢	٠,٠	٧٥	٢٤	٤٧,٦	٩,٩	٥,٦	ش ش غ	٠,١	٢٩,٤	٥,٢	١٨
أغسطس	٣٧,١	٢١,٠	٢٢,٠٤	٤٤,٦	١٢,٦	٩,٨١	١٤,٩٢	٠,٠	٧٨	٢٨	٥٢,١	٨,٣	٤,٥	ش ش غ	٠,٣	٢٧,٨	٤,٨	١٨
سبتمبر	٣٤,٢	١٩,٣	٢٢,٤٩	٤١,٧	٩,٢	٦,٨٨	١٦,٥٥	٠,٦	٨٠	٣٢	٥٦,١	٩,٨	٥,٥	ش ش غ	٠,١	٢٤,٦	٤,٢	١٧
أكتوبر	٣٢,٠	١٦,٦	٢٢,٩٣	٤١,٥	٢,٩	٥,٩٤	١٧,٠٣	٠,٧	٨٠	٣١	٥٦,٢	٨,٧	٥,١	ش ش غ	٠,٥	٢٠,٢	٣,٥	١٨
نوفمبر	٢٧,٦	١٢,٢	٢٢,٢٥	٣٩,٣	٠,٨٠	٦,٧١	١٢,٩٦	٠,٢	٨٣	٣٧	٦٢,٥	٨,٢	٤,٥	ش ش غ	١,٧	١٥,٩	٣,١	٢٠
ديسمبر	٢٢,٤	٦,٩	٢١,٥٣	٢٣٣,٢	٠,٨٠	١٠,٩	٩,٦٣	٠,٨	٨٣	٣٩	٦٤,٧	٧,٢	٣,٧	ش ش غ	٢,٣	١٣,٦	٣	٢٣
المتوسطة	٣٠,٣	٣,٩	١٨,٨	٤١,١	٧	٦٧٨,٨	٢,٧٤	١,٥	٧٥,٣	٢٨,٩	٥٢,٦	٩,٣	٥,١	ش ش غ	١,٠٦	٢٢,٨	٤,٥	٢٠

عند خط عرض ٥ – ٢٨ْ شمالاً
طول ٤٤ – ٣٠ شرقاً
أرتفاع ٢, ٤٤ م

جدول (٢-١٨) البيانات المناخية لمدينة المنيا
متوسطات شهرية

الشهور	درجات الحرارة (درجة مئوية): العظمى	الصغرى	المتوسط	التطرف: الحد الأعلى	التطرف: الحد الأدنى	الدرجة/ اليوم: التدفئة (درجة أساس ١٨,٣م)	الدرجة/ اليوم: التبريد (درجة أساس ٢٥,٠٠م)	الأمطار مم	الرطوبة النسبية: العظمى	الصغرى	المتوسط	الرياح: سرعة الرياح م/ث: ع	ص	الاتجاه س ث	درجة صفاء السماء (أوكتا)	الطاقة الشمسية على الأسطح الأفقية: كيبي ميجا جول	مشتت /م٢	
يناير	٢٢,٤	٨,٧	١٥,٥٨	٣٧,٨	٣,١	٨٧,٧٣	-	٠,١	٥٢	٢١	٦,٤	٩,٦	٣,٣	ش ش غ	١,٢	١٧,٨	٢,٥	١٤
فبراير	٢٥,٤	١١,١	١٧,٩٨	٣٩,٢	١,٧	٣١,٢٣	٠,٠٦	٠,١	٤٢	١٧	٢٧,٥	١٠,١	٦,٦	ش ش غ	٠,٥	٢٢,٣	٣,٠	١٣
مارس	٢٩,٢	١٤,٧	٢١,٩٨	٣٤,٤	٥,٥	٢٠,٢	٣,٥٤	٠,١	٣٣	١٠	٢٠,٥	١٠,٦	٧,٧	ش ش غ	١,٣	٢٥	٣,٧	١٥
أبريل	٢٤,٨	١٩,١	٢٧,٠٦	٤٨,١	٩,٥	٠,٠٢	٦٩,٣١	٠,٣	٢٦	٨	١٦	١٠,٨	٧,٥	ش ش غ	٠,٥	٢٨,٤	٤,٧	١٧
مايو	٣٨,٥	٢٢,٤	٣٠,٧٣	٤٨,٠	١٤,٤	-	١٧٧,٦	٠,٦	٢٣	٧	١٣,٨	١٠,٥	٧,٠	ش ش غ	٠,٧	٢٩,٤	٤,٥	١٥
يونيه	٤٠,٨	٢٥,٦	٣٣,٣٨	٥٠,٦	١٩,٣	-	٢٥١,٤	٠,٢	٢٤	٨	١٤,٤	١٠,٤	٧,٠	ش ش غ	٠,٢	٣٠,٠	٣,٩	١٣
يوليو	٤٠,٦	٢٥,٩	٣٣,٦٤	٤٨,٤	٢٢,١	-	٢٦٧,٨	٠,٠	٢٨	٩	١٦,٨	١٠,٤	٦,٢	ش ش غ	٠,٥	٢٩,٢	٤	١٤
أغسطس	٣٩,٨	٢٦,٠	٣٣,٣٧	٤٧,٩	٢١,٤	-	٢٥٩,٤	٠,٠	٣٢	١١	١٨,٩	١٠,٤	٥,٧	ش ش غ	٠,١	٢٨,٢	٣,٨	١٣
سبتمبر	٣٨,٧	٢٣,٨	٣١,٥٣	٤٨,٢	١٨,٠	-	١٩٦,٠	٠,١	٣٣	١١	٢١	١٠,٢	٧,٢	ش ش غ	٠,٦	٢٦	٤	١٣
أكتوبر	٣٥,٨	٢٠,٨	٢٨,١٦	٤٦,٤	١٢,٧	-	١٠٠,٦	٠,٢	٣٦	١٣	٢٣,٥	٨,٩	٧,٢	ش ش غ	-	٢٢,٢	٢,٨	١٣
نوفمبر	٢٨,٥	١٥,٤	٢١,٩٨	٤١,٨	٨,٠	٠,٩٣	١,٨٣	٠,١	٥٠	٢٢	٣٤	٩,٠	٧,٠	ش ش غ	١,١	١٨,٧	٢,٣	١٣
ديسمبر	٢٤,١	١٠,١	١٧,٩	٣٧,٠	٤,٠	٤٨,٨٤	٠,٠١	٠,١	٥٦	٢٤	٢٨,٥	٩,٥	٦,٦	ش ش غ	١,٢	١٦,٧	٢,٢	١٣
المتوسطة	٣٤,٩	١٩,١	٢٧,٠	٤٤,٧	١١,٦	١٧,٠٧	١٣٣٣	١,٩	٣٦,٣	١٣,٤	١٣,٤	١٠	٦,٨	ش ش غ	٠,٦	٢٤,٥	٧,٤	١٤

عند خط عرض ٥٨ – ٢٣ْ شمالاً
طول ٤٧ – ٣٢ْ شرقاً
أرتفاع ١٩٣ م

جدول (٢-١٩) البيانات المناخية لمدينة أسوان
متوسطات شهرية

المدن المصرية	درجات الحرارة: أعلى درجة حرارة	أقل درجة حرارة	المتوسط الشهرى	متوسط مدى التراوح اليومى	متوسط الرطوبة النسبية ٪	كمية الأمطار فى السنة	أتجاه الرياح: الرياح السائدة: صيفاً	شتاءاً	الرياح السنوية: صيفاً	شتاءاً
١- السلوم	٣١,١	٨,٩	٢٠,٠٠	١٠,٠٠	٦١,٨	١١٩,٢	شمال ش غ	غرب /ج غ	شمال ش غ	شمال غ/ج غ
٢- سيدى برانى	٢٩,١	٨,١	١٨,١	٨,٦	٦٦,٩		شمال غ	جنوب غ	شمال غ	جنوب غ
٣- مرسى مطروح	٢٩,٩	٨,١	١٩,٠	٩,٧	٦٧,٠	١٣٨,٥	شمال غ	جنوب غ	شمال	غرب
٤- الاسكندرية	٣٠,١	٩,٢	١٩,٠	٩,٠	٧٠,٠٠		شمال غ	-	شمال	-
٥- دمياط	٢١,٢	٨,٢	١٩,٢	٩,١	٧٦,٨	١٤٤,١	شمال غ	جنوب غ	شمال	جنوب/ ج غ
٦- بورسعيد	٢٠,٩	١١,٢	٢١,١	٩,٢	٧١,٦		شمال	غرب ج غ	شمال/ غ	ج/ ج غرب
٧- العريش	٣١,٠	٨,٢	١٩,٩	١٠,١	٧١,٧	١٩١,١	شمال غ	شمال غ/ج غ	شمال/ش غ	جنوب
٨- المنصورة	٣١,٩	٧,٢	٢١,١	١٣,١	٧١,٧		شمال	شمال/ ش غ	ش شرق/ش غ	شمال
٩- دمنهور	٣١,٨	٧,٧	٢٠,٥	١٢,٥	٧٢,٢	١٠٢,٢	ش شرق/ ش غ	ش شرق	شمال	شرق/ج غ
١٠- وادى النطرون	٣٦,٦	٧,٢	١,٢١	١١,٢	٦٣,٨		ش غ	غرب	شمال	غرب
١١- طنطا	٢٤,٦	١,٠	١٠,٢	١٥,١	٧٤,١	٦٦,٢	ش غ	شمال غ	شمال	شمال/غ
١٢- شبين الكوم	٢٥,٠	٧,٧	١١,١	١٢,٩	٧٠,٠	٩٦,٨	ش غ	جنوب غ	شمال	غرب/ش غ
١٣- الزقازيق	٢٥,٠	١,١	١٠,٥	١٤,٧	٧٢,٦	٥١,٨	ش غ	شمال/غ ج غ	شمال	شمال غ
١٤- فايد	٢٥,٩	٧,٩	٢١,٩	١٣,١	٦١,٨	٩٢,٦	شمال	جنوب غ	شمال غ	شمال/ ش غ
١٥- الإسماعيلية	٢١,٥	٨,١	٩٢,٣	١٣,٢	٦١,٥	٥٢,٧	شمال	غرب	شمال ش	شمال/ ش غ
١٦- بنها	٣١,٨	١٠,٨	١٠,٨	١٢,٥	٧٦,٦	١٥,٥	شمال	غرب	شمال غ	جنوب
١٧- القاهرة	٢٥,٤	٨,٦	٢٢,٠	١٢,١	٥١,٦	٣١,٢	ش شرق/ش غ	جنوب غ	شمال	جنوب/ ج غ
١٨- حلوان	٢٥,٣	٨,٦	٨,١	٢١,٩	١٢,٢	٢٩,٢	شمال	شمال ش/ج غ	شمال غ	شمال/ شرق
١٩- الفيوم	٣٦,٧	٦,١	٢١,٤	١٤,٦	٥٨,٣	٨٥,٢	ش شرق/ ش غ	شمال	شمال	جنوب/ ج غ
٢٠- بنى سويف	٣٦,٨	٥,٠	٢٠,٩	١٦,٥	٥٦,٢	٢٩,١	شمال	ش شرق/ج غ	شمال ش	شمال
٢١- المنيا	٣٦,٩	٤,٠	٢٠,٢	١٦,٦	٤٩,٦	٢٢,٦	شمال	ش شرق/ج غ	شمال غ	شمال غ
٢٢- ملوى	٢٥,٧	٢,٦	١٩,٠	١٧,١	٧١,٧	٤٣,٥	شمال	شمال	شمال غ	شمال/ش غ
٢٣- أسيوط	٣٧,٠	٦,٦	٢١,٨	١٥,٠	٣٥,٨	٥٢,٥	شمال غ	شمال	غرب	شمال غ
٢٤- شندويل	٣٧,٦	٤,٧	١٥,١	١٦,٨	٦٠,١	٢٣,٨	شمال غ	شرق	غرب	غرب
٢٥- نجع حمادى	٣٨,٠	٥,٥	٢١,٧	١٧,٠	٥٥,٤	٨,٥	غرب	شمال غ	شمال غ	شمال غ
٢٦- قنا	٤٠,٨	٦,٧	٢٢,٧	١٧,١	٤١,٧	٥,٢	غرب	غرب	شمال غ	شمال غ
٢٧- الأقصر	٢١,٠	٥,٤	٢٣,٢	١٧,٨	٣١,٨	٤,٧	شمال غ	غرب	غرب	شمال/ج
٢٨- كوم أمبو	٤٠,٥	٧,١	١٢,٨	١٧,٥	٤٣,٥	٠,٤	شمال غ	شمال غ	شمال	ش ش غ
٢٩- أسوان	٤٢,٠	٩,٥	١٥,٧	١٥,٩	٣١,٠	١,٠	شمال	ش/ ش غ	شمال غ	شمال غ
٣٠- سيوه	٣٨,٠	٤,١	٢١,٠	١٦,٨	٥٧,٠	٢,٤	شمال غ	شمال	ش/ ش شرق	شمال غ
٣١- الواحات البحرية	٣٦,٨	٤,٧	٤٠,٧	١٥,٩	٥٣,١	٥,٢	شمال	غرب	شمال غ	شمال/ غ
٣٢- الفرافرة	٣٧,٦	٣,٩	٢٠,٧	١٦,٨	٤٢,٧	٠,٩	شمال	شمال غ	شمال غ	شمال /غ
٣٣- الواحات الداخلة	٣٨,٦	٤,٧	٤١,٥	١٦,١	٣٩,١	٠,٦	شمال غ	ش/ ش غ	شمال	شمال
٣٤- السويس	٣٦,٥	٨,٧	٢٢,٦	١٣,٠	٦١,١	١,٤	شمال	شمال غ	شمال غ	شمال/ غ
٣٥- الطور	٢٤,٩	٨,٠	٢١,١	١١,١	٥٨,٦	٩,٩	شمال غ	شمال	شمال	شمال
٣٦- الغردقة	٢٢,٠	٩,١	٢١,٢	٩,٢	٥١,٩	٤,٣	شمال غ	شمال غ	شمال	غرب
٣٧- القصير	٢٢,٨	١٢,٨	٢٢,٨	٧,٦	٥٢,٣	١,٩	شمال	شمال غ	ش غ/ش شرق	شمال/ غ

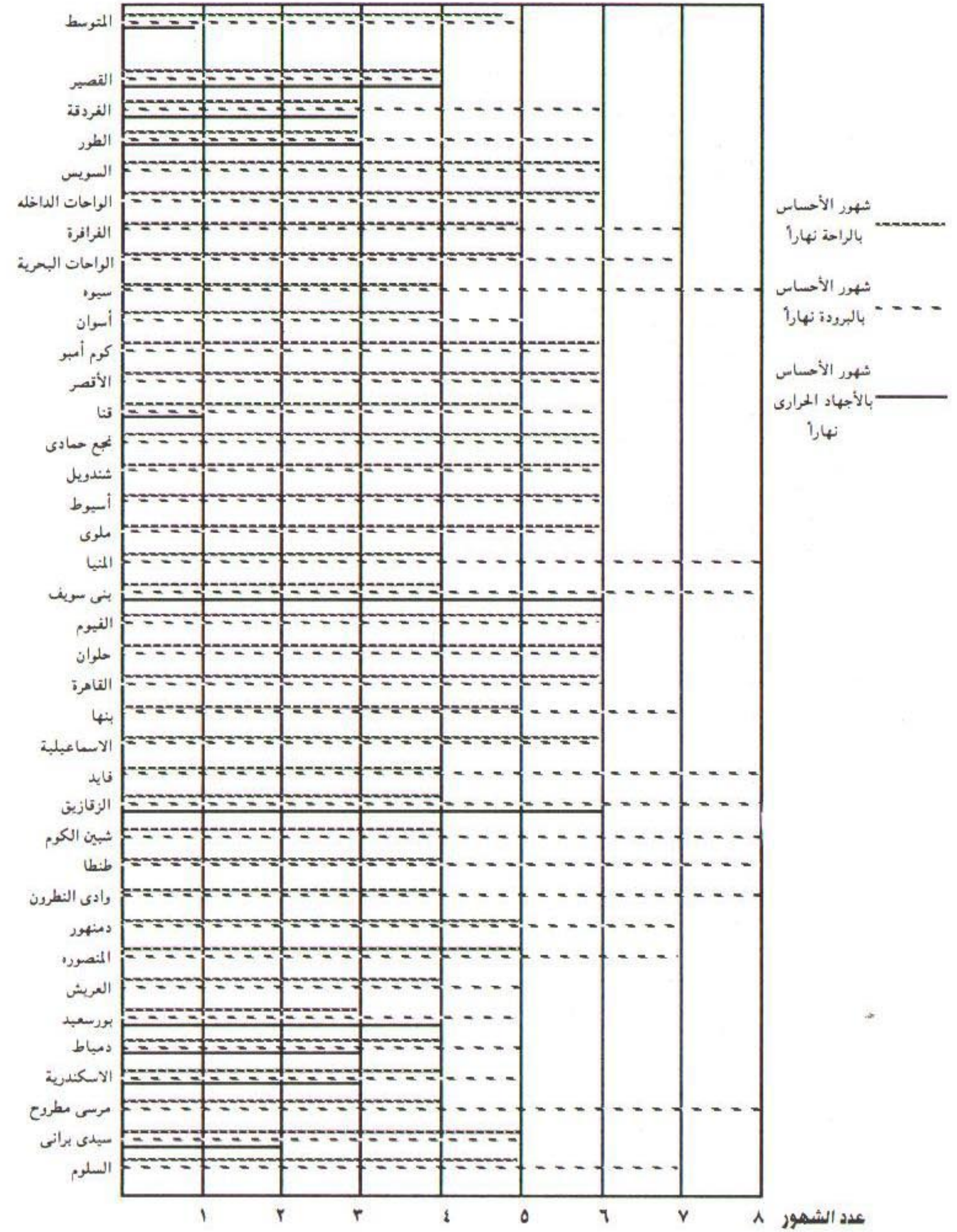
جدول (٢- ٢٠) البيانات المناخية لمدن مصر

المتوسط
القصير
الغردقة
الطور
السويس
الواحات الداخله
الفرافرة
الواحات البحرية
سيوه
أسوان
كوم أمبو
الأقصر
قنا
نجع حمادى
شندويل
أسيوط
ملوى
المنيا
بنى سويف
الفيوم
حلوان
القاهرة
بنها
الاسماعيلية
فايد
الزقازيق
شبين الكوم
طنطا
وادى النطرون
دمنهور
المنصوره
العريش
بورسعيد
دمياط
الاسكندرية
مرسى مطروح
سيدى برانى
السلوم

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ عدد الشهور

شهور الأحساس بالراحة نهاراً
شهور الأحساس بالبرودة نهاراً
شهور الأحساس بالأجهاد الحرارى نهاراً

شكل رقم (٢ - ١٩) أشهر الأحساس بالإجهاد والراحة الحرارية نهاراً لبعض مدن مصر



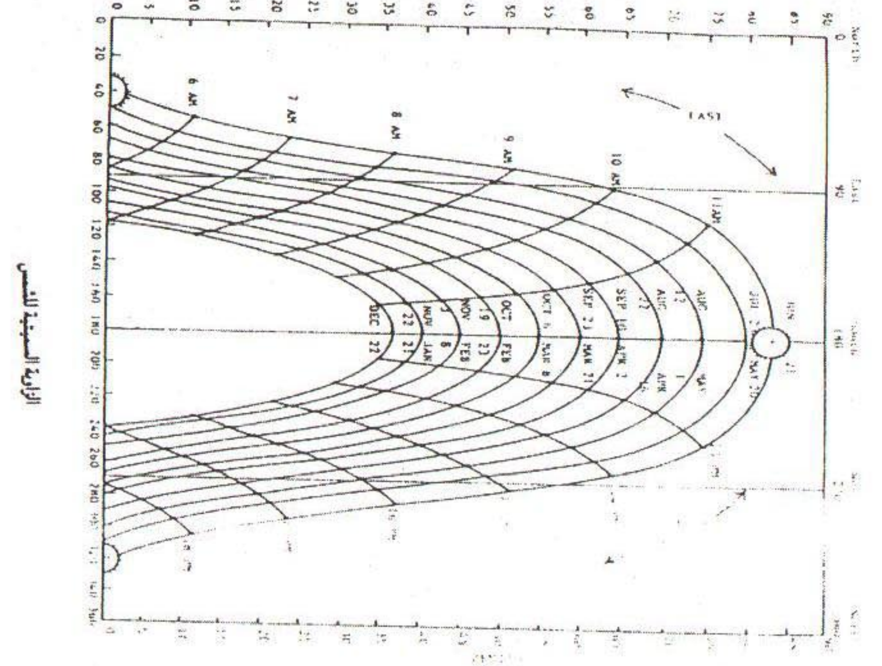
شكل رقم (٢-٢٠) أشهر الأحساس بالإجهاد والراحة الحرارية ليلاً لبعض مدن مصر

٢-٤ الأشعة الشمسية

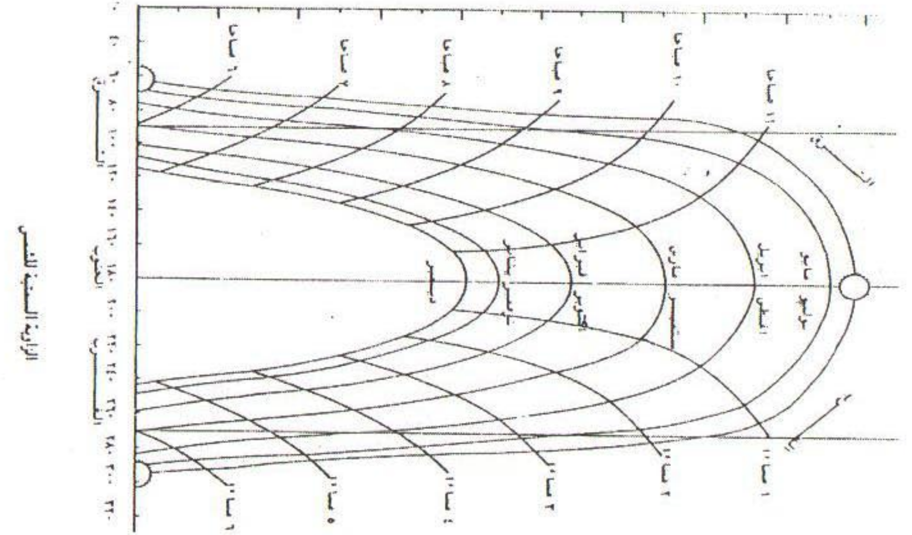
تتوقف شدة الأشعة الشمسية المباشرة على خط العرض وارتفاع الموقع عن سطح البحر وعلى طبيعة الوسط المحيط ويتوقف طول أو قصر النهار على درجة ارتفاع أو انخفاض الشمس فوق الأفق الجنوبى فى نصف الكرة الشمالى وترتفع درجة الحرارة خلال فصل الصيف ليس فقط بسبب كون أشعة الشمس أقرب إلى أن تكون فوق الرأس ولذلك يكون الاشعاع أشد كثافة فوق سطح الارض، وإنما لأنها تسطع لمدة أطول.

والشكلان رقم ٢-٢١، ٢-٢٢ يوضحان خريطة مسار الشمس وزوايا الارتفاع والسمت لخط عرض ٣٠° (القاهرة)، وخط عرض ٢٤° (أسوان).

تصل طاقة الشمس إلينا عن طريق الإشعاع ويقوم الغلاف الجوى عادة بامتصاص جزء من هذا الاشعاع قبل وصوله إلينا. ومن الجدير بالذكر أن بعض هذه الأشعة تصل إلينا بطريقة غير مباشرة عبر السماء وتمثل هذه الأشعة غير المباشرة حوالى ١٤٪ من كمية الأشعة الكلية لخط عرض ٢٤°م شمالا، ٢٨٪ لخط عرض ٣٠° شمالا.



شكل (٢-٢٢) خريطة مسار الشمس لخط عرض ٢٠° شمالاً



شكل (٢-٢١) خريطة مسار الشمس لخط عرض ٢٤° شمالاً

٢-٤-١ زوايا الشمس

تدور الأرض حول الشمس فى مسار بيضاوى وفى نفس الوقت تلف حول محورها الذى يميل بزاوية قدرها حوالى ٢٣.٥° من العمودى على مستوى مسارها حول الشمس

(١) زاوية ارتفاع الشمس — Solar Altitude ,α (ALT)

وهى الزاوية التى يصنعها الشعاع الشمسى مع خط أفقى واقع فى مستوى رأسى مار بالشمس.

(٢) الزاوية السمتية للشمس — Solar Azimuth , ψ (AZM)

هى الزاوية التى تصنعها الإحداثيات الأفقية للأشعة الشمسية مع الشمال وهى التى تحدد اتجاه الشمس.

(٣) زواية انحراف الشمس — Declination angle , δ (DEC)

$$\delta = 23.45 \text{ SIN } ((ND + 284) \times 360/365)$$

حيث أن ND هى ترتيب اليوم فى العام بدءاً من اول يناير.

ولدراسة تأثير الأشعة الشمسية على الأسطح الخارجية المعرضة للمبانى والنوافذ يجب حساب الزوايا التالية :

(٤) زاوية سقوط الأشعة الشمسية — Solar Incidence ,θ (THA)

(٥) الزاوية السمتية للجدار — Wall Azimuth, ψ_W (WAZM)

الزاوية السمتية للجدار الزاوية السمتية للجدار ψ_W لجميع الاتجاهات الجغرافية مقاسة من الشمال وموضحة بالجدول رقم (٢-٢١).

ولتظليل النوافذ من تأثير الأشعة الشمسية المباشرة يجب تعيين الزوايا التالية:-

(٦) زاوية الظل الأفقية — Horizontal Shadow Angle, (HSA)

وهى الفرق بين الزاوية السمتية للشمس والزاوية السمتية للجدار

$$HSA = \psi - \psi_W$$

حيث أن الزاوية السمتية للحائط الجنوبى = ١٨٠° والشمالى صفر

(٧) زاوية الظل الرأسية Vertical Shadow Angle, (VSA)

$$VSA = \tan^{-1} \left(\tan(\alpha) / \cos(HSA) \right)$$

الاتجاه الجغرافى	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ
الزاوية السمتية للجدار	صفر	٤٥	٩٠	١٣٥	١٨٠	٢٢٥	٢٧٠	٣١٥

جدول (٢-٢١) الاتجاه الجغرافى للحوائط والزاوية السمتية للجدار مقاسة من الشمال

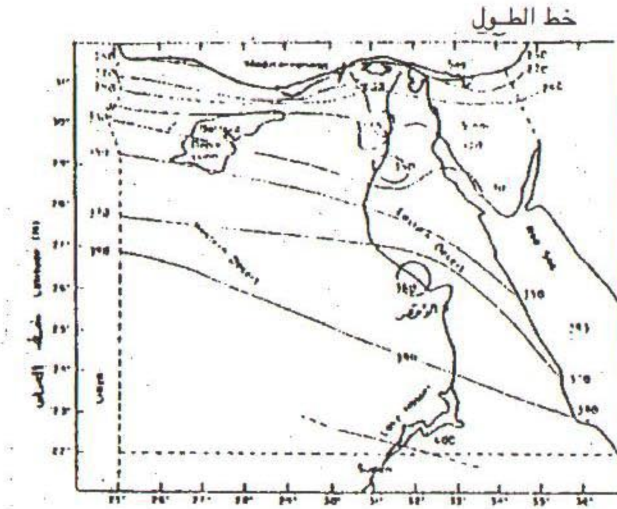
٢-٤-٢ الأشعة الشمسية فى مصر

يبين الشكل رقم (٢-٢٣) خريطة لجمهورية مصر العربية موضحاً عليها خطوط متساوية الطاقة موزعاً عليها متوسط مجموع الإشعاع الشمسى السنوى ونلاحظ أنه في مدينة الاقصر يصل المتوسط السنوى للطاقة الكلية بين ٣٧٠ إلى ٣٩٠ وات / م٢ فى اليوم، بينما يصل فى جنوب جمهورية مصر العربية إلى حوالى ٤٠٠ وات / م٢ فى اليوم ويصل فى القاهرة إلى حوالى ٢٧٠ وات / م٢ والشكل رقم (٢-٢٤) يوضح خطوط متساوية الطاقة الشمسية المشتتة (غير المباشرة) لجمهورية مصر العربية ونلاحظ أن مدينة أسوان يصل فيها الإشعاع المشتت إلى حوالى ٤٤ وات / م٢ فى اليوم وفى القاهرة يصل الإشعاع المشتت إلى حوالى ٦٨ وات/ م٢ فى اليوم وذلك نتيجة وجود أتربة وتلوث، وعندما تكون السماء صافية فإن ٨٠- ٨٥٪ من الإشعاع الشمسى الساقط خارج الغلاف الجوى يصل إلى الأرض ولكن عندما تكون السماء ملبدة بالغيوم فإنه لا ينفذ إلى سطح الأرض سوى ٠.٠٢٨ من ذلك الإشعاع بصورة مشتتة ويلاحظ من الإشعاع الشمسى تتزايد تدريجياً من الشمال إلى الجنوب.

يوضح الشكل رقم (٢-٢٥) المتوسط اليومى للطاقة الشمسية الكلية على الاسطح الافقية والرأسية ذات الاتجاهات الجغرافية المختلفة على مدار العام.

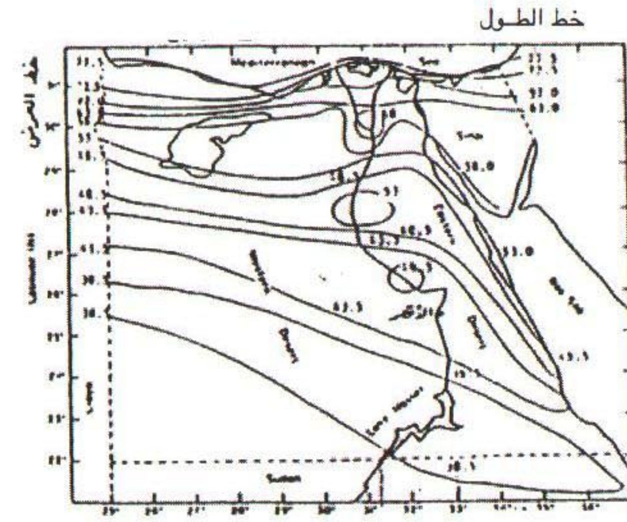
ويلاحظ أن الاسطح الافقية تستقل أكبر قدر من الأشعة الشمسية خلال شهر يونيو (فصل الصيف) واتى يصل إلى حوالى ٤٣٠ وات/ م٢ لخط عرض ٣٠° شمالا وتنخفض إلى ١٧٠ وات / م٢ خلال فصل الشتاء (شكل ٢-٢٦). ويلاحظ أن الحوائط الجنوبية تستقبل اكبر قدر من الاشعة الشمسية خلال فصل الشتاء والتى تصل إلى ٢٧٠ وات /م٢ وتقل لتصل ١١٠ وات / م٢ فى فصل الصيف مما يشجع على توجيه المبانى شمال / جنوب مع تظليل الفتحات الجنوبية بحيث تكون المحاور الرئيسية للشوارع شرق / غرب.

الاشكال من (٢-٢٧) الى (٢-٣١) توضح شدة الطاقة الشمسية على الواجهات المختلفة للمبنى عند خط عرض ٣٠° شمالا (مدينة القاهرة).



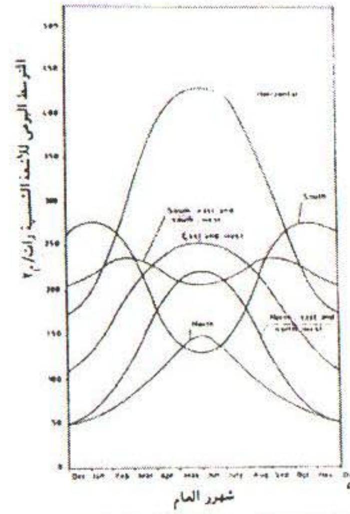
شكل (٢-٢٣) توزيع الطاقة المباشرة لمصر

(هذه الخريطة توضح المتوسط السنوى اليومى للطاقة الشمسية المباشرة على شكل خطوط متساوية الطاقة - وات/م٢)

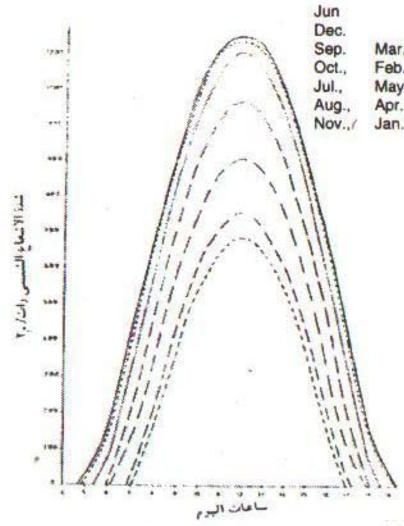


شكل (٢-٢٤) توزيع الطاقة المشتتة لمصر

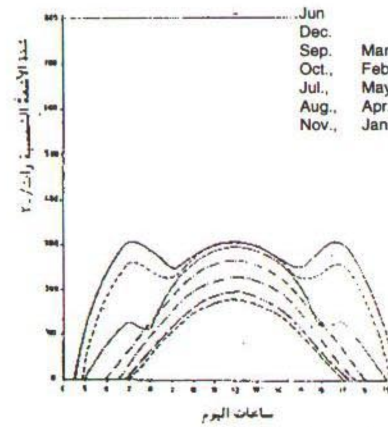
(هذه الخريطة توضح المتوسط السنوى اليومى للطاقة الشمسية المشتتة على شكل خطوط متساوية الطاقة - وات/م٢)



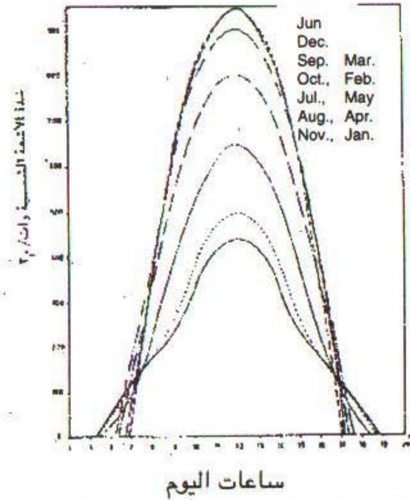
شكل (٢-٢٥) المتوسط اليومى لشدة الأشعة الشمسية على الأسطح المختلفة لخط عرض ٢٠ شمالاً



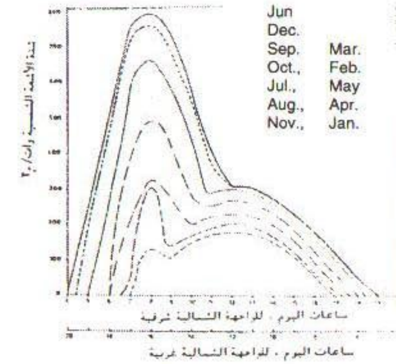
شكل (٢-٢٦) شدة الإشعاع الكلى على الأسطح الأفقية لخط عرض ٢٠ شمالاً



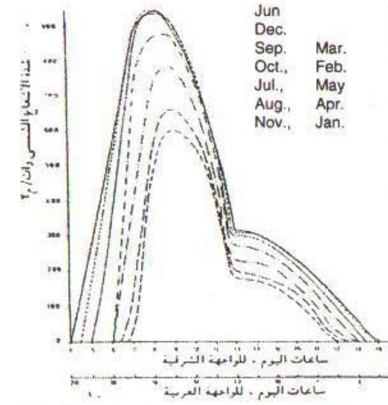
شكل (٢-٢٧) شدة الأشعة الشمسية على الأسطح الرأسية الشمالية لخط عرض ٢٠ شمالاً



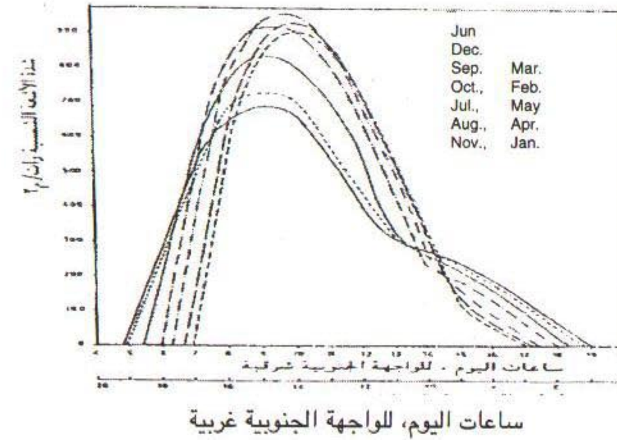
شكل (٢-٢٨) شدة الإشعة الشمسية على الأسطح الرأسية الجنوبية لخط عرض ٢٠ شمالاً



شدة الإشعة الشمسية على الأسطح الرأسية الشمالية الشرقية. الشمالية الغربية لخط عرض ٢٠ شمالاً
شكل (٢-٢٩)



شدة الإشعة الشمسية على الأسطح الرأسية الشرقية والغربية لخط عرض ٢٠ شمالاً
شكل (٢-٣٠)



ساعات اليوم، للواجهة الجنوبية غربية

شدة الإشعة الشمسية على الأسطح الرأسية الجنوبية شرقية والجنوبية غربية لخط عرض ٢٠ شمالاً
شكل (٢-٣١)

٢-٤-٣ الكاسرات الشمسية

يمكن تقسيم أنواع الكاسرات الشمسية ووسائل التظليل كما يلى :

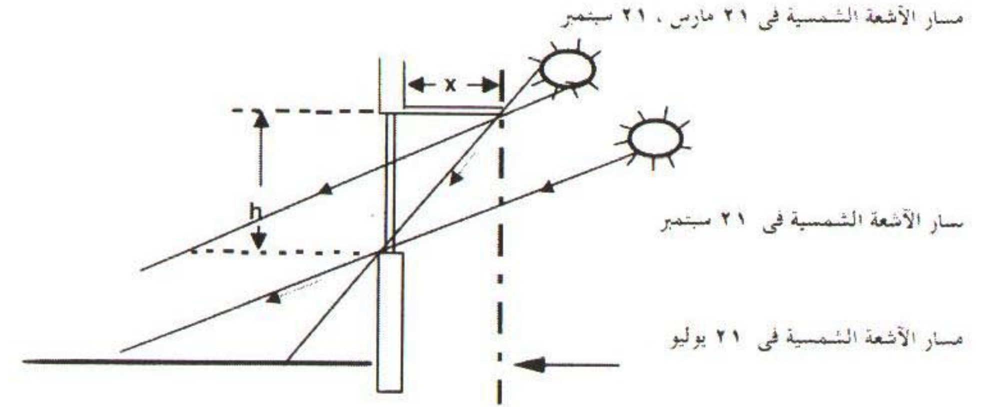
١- وسائل تظليل داخلية وخارجية

٢- وسائل تظليل أفقية وعمودية

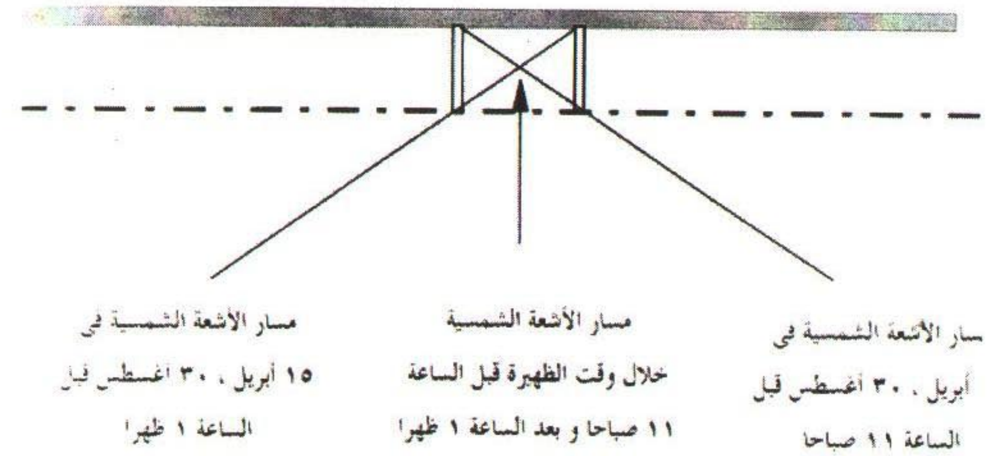
٣- وسائل تظليل ثابتة ومتحركة

ويمكن دمج عدة وسائل تظليل معاً للحصول على التظليل المطلوب، انظر شكل رقم (٢-٣٢)، (٢-٣٣) الذى يوضح أنواع وأشكال التظليل المختلفة تستعمل الكاسرات الرأسية فى الواجهات الشرقية والغربية أما الكاسرات الرأسية المتحركة فتساعد على التحكم فى دخول الأشعة الشمسية إلى داخل الحجرة فإذا وجهت الكاسرة المتحركة ناحية الشمال، فإنها تمنع دخول الأشعة صباحاً أما إذا وجهت جنوباً فإنها تمنع دخول الأشعة بعد الظهر.

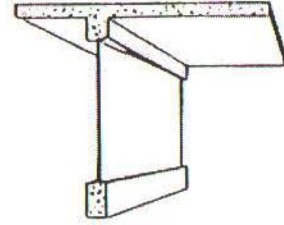
ويمكن إستعمال الشيش الخشبى ذى الأجزاء المتحركة لحماية النوافذ من تأثير الاشعة الشمسية والذي يسمح بالتهوية الطبيعية أو يمكن استعمال المشربيات الخشبية والتظليل الخارجى باستعمال النباتات والأشجار لمنع دخول الأشعة كما أنها تسمح بالتهوية الطبيعية المرغوب فيها بعد ترطيبها للهواء الساخن.



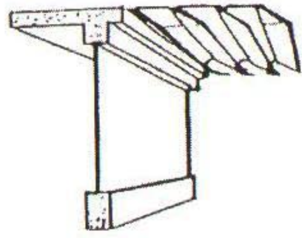
شكل (٢ - ٣٢) يوضح مسار الأشعة الشمسية فى أيام وشهور الأنقلابين الصيفى والشتوى فى وقت الظهيرة



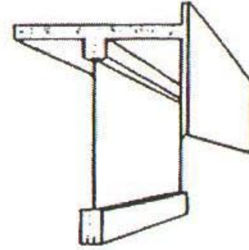
شكل (٢ - ٣٣) كاسرة الشمس الرأسية ومسارات الشمس فى شهرى أبريل وأغسطس



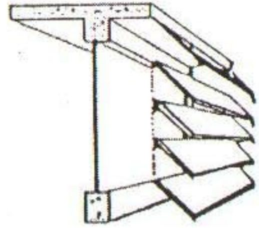
وسيلة تظليل أفقية ثابتة



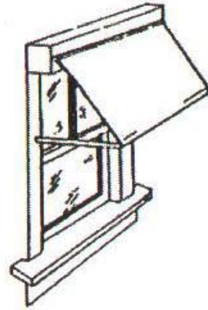
وسيلة تظليل أفقية متحركة

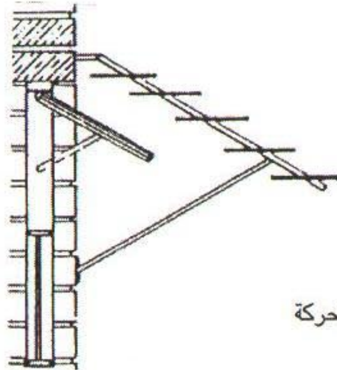


وسيلة تظليل أفقية وعمودية أمامية ثابتة



وسيلة تظليل أفقية ثابتة مع وسيلة تظليل أفقية متحركة





وسيلة تظليل متحركة

شكل (٢-٣٤)

وسائل التظليل المختلفة

مثال (١)

احسب عرض الكاسرة الشمسية الأفقية لنافذة فى الاتجاه الجنوبى بحيث تمنع دخول الاشعة الشمسية خلال الفترة من ٢١ مارس حتى ٢١ سبتمبر فى وقت الظهيرة وذلك لمدينة القاهرة الواقعة على خط عرض ٣٠° شمالا علماً بأن إرتفاع الشباك ١.٨م.

الحل :

لخط عرض ٣٠° شمالا ليوم ٢١مارس الساعة ١٢ ظهراً، جدول (٢-٢١) يعطى :

زاوية إرتفاع الشمس α = ٦٠°

الزاوية السمتية للشمس ψ = ١٨٠°

الزاوية السمتية للحائط الجنوبى ψ_w = ١٨٠°

– زاوية الظل الأفقية :–

$$HSA = \psi - \psi_w = 180 - 180 = O^\circ$$

زاوية الظل الرأسية :

$$VSA = \tan^{-1} \frac{\tan\alpha}{\cos S_h} = 58^\circ$$

= Window height (h) / tan (VSA)

عرض الكاسرة الأفقية للشباك = =1.8/ 1.6 = 1.12 m .

مثال (٢)

احسب عرض الكاسرة الشمسية الرأسية بجوار نافذة عرضها ١.٢ فى الحائط الجنوبى بحيث تمنع دخول الأشعة الشمسية خلال فصل الصيف من ١٥ ابريل إلى ٣٠

أغسطس وذلك خلال ساعات الظهيرة.

الحل :

الزاوية السمتية للشمس ليوم ١٥ ابريل عند الساعة الواحدة ظهراً = ٢٢٠°

الزاوية السمتية للجدار الجنوبى = ١٨٠°

زاوية الظل الأفقية = ٢٢٠ – ١٨٠ = ٤٠°

عرض الكاسرة = ١.٤م

المراجـــع

1 - ASHRAE. "Handbook of fundamentaks" American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, Atlanta, 1997.

2 - G.B. Hanna etal, "Thermal and Acoustical Requirements of Teaching Spaces of School Buildings in Egypt. "Builiding Research Center & UNESCO. (1977).

3 - IHVE Guide, BOOK A, (1970).

٣

الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية في المباني

٣

الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية فى المبانى

- ٣-١ الإضاءة وصحة الإنسان
- ٣-٢ الإضاءة والإرهاق
- ٣-٣ الإضاءة والأمراض العضوية
- ٣-٤ الإضاءة والراحة النفسية
- ٣-٥ كمية الإضاءة الصحية اللازمة
- ٣-٦ شدة الإضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة
- ٣-٧ الإضاءة الطبيعية
- ٣-٨ تصميم الإضاءة الطبيعية فى المبانى
- ٣-٩ تفاصيل فتحات الإضاءة الطبيعية فى المباني
- ٣-١٠ الإبهار الضوئى
- ٣-١١ الرؤية
- ٣-١٢ الألوان
- ٣-١٣ الإضاءة الصناعية

٣- الإضاءة الطبيعية والصناعية فى المبانى

الشمس هى مصدر الضوء الأساسى للكرة الأرضية وهى تبعد حوالى ١٥٠ مليون كيلو مترا عن الأرض ويزيد حجمها عن الأرض بمقدار ١٫٣٤ مليون مرة. وضوء الشمس يرتد نورا عند ملامسته لأسطح المبانى ويتشتت عند اصطدامه بذرات الهواء فيصبح النور الذى نراه فى نور السماء.

وعند تصميم الأبنية ينحصر فكر المعمارى فى كيفية إضاءتها بالقدر الذى يساعد على الرؤية ويظهر عناصرها المعمارية وهو فى هذا يلجأ إلى وسائل مختلفة طبقا لما تقتضيه طبيعة الموقع وحالة الإضاءة. وفى بعض الأحيان يضطر المعمارى إلى الاستعانة بالإضاءة الصناعية عندما تنخفض الإضاءة فى عمق المبنى نتيجة فتح نوافذ على مناور أو أفنية داخلية. إلى هنا يبدو الأمر منطقيا إذا كان الغرض من الإضاءة هو الإنارة فقط.

٣-١ الإضاءة وصحة الإنسان

فى الواقع هناك عنصر فى الإضاءة له أهمية بالغة بالنسبة لحياة الإنسان، فالإضاءة التى تعتبر كافية بالمقاييس التي نعتاد عليها داخل المبنى هى إضاءة غير صحية وإليها يرجع الكثير من الأمراض التى تقضى على الإنسان وسبب من أسباب إصابته بالشيخوخة المبكرة والشعور بالإرهاق والضعف العام.

٣-٢ الإضاءة والإرهاق

فمن أبحاث أجراها الدكتور هاردى (Hardy) على مجموعة من الناس تعيش داخل أبنية إضاءتها عادية وجد أن الناس المعرضة لمثل هذه الإضاءة المتوسطة تصاب بتلف الأنسجة وتمزق الشرايين واضطراب الدورة الدموية وأمراض الكلى وضعف عضلات القلب علاوة على نقص كمية الأوكسجين بأنسجة الجسم (hypoxia) وينهى الدكتور

هاردى تقريره هذا قائلا إن ثمن عدم إضاءة الأبنية بإضاءة كافية هو الإصابة بالشيخوخة المبكرة.

ولقد جاءت أبحاث الدكتور هنرى لوجان (Henry Logan) لتؤكد هذه الحقيقة وأنه كلما انخفضت الإضاءة زاد الشعور بالإجهاد وازدادت السموم فى الجسم والتى سرعان مايظهر تأثيرها السئ على صحته، يقول لوجان إن الإنسان يموت قليلا كل يوم ولكنه يموت بمعدل أسرع إذا تراكمت فى جسده السموم نتيجة الإرهاق وبمعدلات تفوق ما يستطيع الجسم التخلص منها خلال فترة النوم اليومية، وأن الطاقة المستخدمة للتخلص من هذه السموم تأخذ من طاقته الضرورية للقيام بواجباته وتكون النتيجة قلة الكفاءة فى الإنتاج والأداء السئ أيضا.

وفى مؤتمر الإضاءة لخبراء الطاقة الذى عقد فى ولاية أوهايو الأمريكية سنة ١٩٨٠ أكد مستشارو شركة جنرال اليكتريك (GE) أهمية زيادة الإضاءة لزيادة نشاط الإنسان وأن النتائج الاقتصادية التى تترتب على هذا لا يستهان بها.

ولقد ثبت أيضا أن للإضاءة تأثير على الجهاز العصبى للإنسان، ففى عام ١٩٦٣ قدم الدكتور راندوت (Randot) تقريراً إلى الجمعية الدولية للإضاءة بفرنسا (C.I.E) جاء فيه أن للإضاءة تأثيراً منشطا للأعصاب وتأثيرا واضحا على حيوية الإنسان ونشاط أعضائه وأنه فى الأيام التى تقل فيها الإضاءة أو تحت ظروف إضاءة صناعية فإن الإنسان يصاب بالخمول والكسل، ولقد درس هذا التأثير خلال ملاحظة التغيرات التى تطرأ على كرات الدم البيضاء عند تعرض الإنسان للإضاءة.

٣-٢ الإضاءة والأمراض العضوية

ولقد لاحظ الدكتور دانتسيج (Dantsig) وزملاؤه انخفاضا ملحوظا فى أمراض الجهاز التنفسى بين خمسة آلاف طفل من تلاميذ المدارس الذين تم تعرضهم بصفه يومية للأشعة فوق البنفسجية.

وأكد الدكتور زانكوف (Zankova) وزملاؤه أن قدرتى السمع والرؤية عند الأطفال قد تحسنت نتيجة لتعرضهم للأشعة فوق البنفسجية عن الأطفال الذين حرموا من هذه الجرعات.

وبالرغم من عدم ثبوت علاقة بين التعرض المستمر لأشعة الشمس المباشرة وسرطان الجلد إلا أن هناك ملاحظات عن انخفاض حيوية الجلد عند التعرض الشديد لهذه الأشعة وخاصة بعد ظهور مشكلة ثقب الأوزون الذى يسمح بمرور أشعه تفوق المعدل المعتاد وهذا يؤدى إلى الإصابة ببعض الالتهابات الجلدية المؤلة.

وفى تقرير للدكتور بيتين دريغ (Pitten Drigh) الأستاذ بجامعة برنستون (Princton) بالولايات المتحدة الأمريكية أن الإضاءة الطبيعية تنشط الجينات (Genes) فى جسم الإنسان. هذه الجينات تتحكم فى تنظيم العمليات البيوكيميائية فى الجسم مثل بدء أو إيقاف إنتاج الإنزيمات وقد وجدت مجموعات من خلايا عصبية خاصة تتأثر بالإضاءة وترسل إشارات إلى الغدد الدرقية والنخامية التى تتحكم فى إفرازات الهرمونات ونشاطها فى الجسم من حيث سرعتها أو توقفها فى الجسم.

وبالنسبة لتأثير الضوء من عدمه على النمو الجنسى يقول الدكتور ورتمان أن الظلام ينشط الغدة الصنوبرية التى تنتج هرمون الميلاتونين (Melatonin) الذى يتحكم فى نمو الغدد التناسلية بينما الإضاءة توقف هذا النشاط.

ولقد وجد ورتمان أن تعرض الإنسان المفاجئ إلى ضوء ساطع يتسبب فى إفراز الجسم لمادة الهيدروكورتيزون التى تفرزها الغدة الكظرية (Adrenal Gland) التى تنظم عملية المياه والملح فى الجسم.

ويقول ورتمان أنه بدراسة حالة ٣٠٠ من الفتيات اللاتى فقدن النظر بسبب أمراض العين وكذلك عدد مماثل من الفتيات نظرهن سليم وجد أنه كلما قل الأدراك الحسى بالضوء بدأت الفتاة فى البلوغ المبكر ويأتيها الحيض في سن مبكرة. ومن رأيه أيضا

أن نظام الإضاءة الطبيعية والتغيرات التى تتنابها خلال العام لها علاقة وطيدة بنظام التمثيل الغذائى للجسم إذ أنها تعمل كجهاز توقيت ينبه المخ إلى الوظائف التى يجب عليه القيام بها كما أنها تتحكم فى درجة حرارة الجسم إذ يمكن تغيير حرارة الجسم بتغيير ساعات تعرض الجسم لضوء النهار. وللإضاءة أيضا أهمية فى تحديد نوع الجنين وعلى تطور الأورام وعديد من الأمراض الفسيولوجية والسيكولوجية للإنسان التى تطورت خلال القرون الماضية وأنه لبقاء الإنسان والحفاظ عليه يجب أن ينمو فى ظروف إضاءة مماثلة للطبيعة لحين التوصل إلى أبحاث تؤدى إلى ظروف أفضل.

وللإضاءة أيضا تأثير على كمية الدم وكذلك على الهيموجلوبين. ففى تجارب على الحيوانات أثبت أورام (Oerum) علاقة الإضاءة بكمية الدم ونسبة الهيموجلوبين فيه وأن كليهما ازداد عند التعرض للإضاءة الطبيعية وقلت هذه النسب فى الظلام. ولقد أثبت جرافنبرجر (Graffenberger) ذلك أيضا وأن الحيوانات التى تركها فى مكان إضاءته قليلة قلت فيها نسبة الهيموجلوبين وأن كمية الدم بها قد نقصت أيضا وعزز مارتى هذا البحث بنتائج توصل إليها تشير إلى ازدياد كمية الهيموجلوبين عند تعرض الحيوانات للإضاءة الطبيعية.

وبالنسبة للإنسان فلقد قام فنسن بتجارب على تسعة وعشرين شخصا لدراسة تأثير التغيرات الضوئية على دمائهم فوجد أن نسبة الهيموجلوبين عندهم انخفضت فى الشتاء عما كانت عليه صيفاً وعزا هذا إلى انخفاض كمية الضوء وكذلك الأشعة فوق البنفسجية شتاءً.

وفى محاولة لإثبات أن زيادة الإضاءة تطيل من عمر الإنسان قامت مجموعة من العلماء منهم بوس (Boss) وديجيكمان (Dijkman) وراسل (Russsel) بإجراء تجارب على أنواع معينة من النباتات التى لها دورة حياة قصيرة وفى الإمكان مراقبة الأبحاث عليها لعدة سنوات. وكانت النتيجة التى توصلوا إليها عام ١٩٦٣ أن معدل نمو

هذه النباتات وإنتاجها وكذلك طول حياتها إزدادت طرديا بازدياد كمية الإضاءة الساقطة عليها من ٤٢٠ إلى ١٧٠٠ قدم/ شمعة ويؤكد هؤلاء العلماء بأن التعرض لجرعات منتظمة يومية من الإضاءة لازمة للمحافظة على الصحة واستمرار الحياة وينطبق هذا على الكائنات الحية من نبات وحيوان ومنها الإنسان بدليل أن الإنسان نشأ أصلا فى مناطق شبه استوائية حيث يبلغ متوسط الإضاءة بها علي مدار السنة خلال ساعات النهار ٣٥٠٠ قدم/ شمعة.

٤-٣ الإضاءة والراحة النفسية :

بيد أن متطلبات الإضاءة لا تقتصر فقط على وضوح الرؤية أو تنظيم وظائف أعضاء الجسم بل أن المطلوب من الإضاءة أيضا هو التخفيف من الصراع النفسى الذي يعانى منه الإنسان نتيجة للعالم الصناعى الذى لم يثبت نجاحه فى التوفيق بين غرائزه التى تدفعه ليعيش طبيعياً وبين أسلوب الحياة المصطنع الذى يفرض على الإنسان أن يتعايش معه.... وعن هذا الصراع النفسى يقول الدكتور شيرد (Sheard) أن ذلك يؤثر على توازن الإنسان الداخلى مع العالم الخارجى المحيط به ويمكن التخفيف من حدة هذه المشكلة بزيادة مستوى الإضاءة لأن من طبيعة العين أنها تفصل ما يصل إليها من أضواء إلى مجموعتين.

المجموعة الأولى هى الأشعة التى تصل إلى مركز الرؤية بالمخ (Cortex) والتى تترجم إلى معلومات والمجموعة الثانية هى من الإضاءة الآتية من الأشياء المحيطة بمجال البصر وهذه تصل إلى الجزء الأمامى من المخ القريب من الجبهة (Diencephalon) وهذا الجزء هو الذى يمد الإنسان بإحساساته وانطباعاته وعواطفه ويعكس استجابة الإنسان الفطرية لهذه الأحاسيس، وهذا الجزء الأمامى من المخ هو المسئول عن الحركات اللا إرادية التى تصدر من الإنسان عندما يفاجأ بالانفعالات والصدمات. وتزداد حدة هذه الانفعالات والصدمات ويصاب هذا الجزء من

المخ بالارتباك عند تواجد الإنسان فى البيئة الصناعية ويظهر هذا الارتباك على هيئة حركات لا شعورية قد تعرض حياة الأنسان للخطر مثال ذلك أن يرتد المرء الى الخلف فجأه عندما يواجه بشئ يهدده وقد يصطدم أثناء ذلك بآله أو ينزلق على سلالم.

ومما يزيد من حدة المشكلة هذا الصراع الذى ينشأ لدى الإنسان بين ما يميل إليه بالسليقة وشعوره الغريزى والفطرى وبين ما يرسله عقله من إشارات تنبهه إلى أن ما فعله غير مقبول ويحرمه المجتمع، إن هذه التحذيرات التى تتعارض مع أهوائه تشكل له نوعا آخر من المشاكل منها تراكم الإحباطات التى عنى بها سابقا والتى تؤدى فى النهاية إلى إصابته بأمراض لا تساعده على الاستمرار فى الحياة مثل ضغط الدم وأمراض القلب.

إن مستويات الإضاءة التى تخفق فى إيضاح غموض المكان ومكوناته قد تكفى مركز الرؤية فى المخ ليقوم بوظيفته إلا أنها تفشل فى إمداد مقدم المخ المسئول عن الاستجابة الفطرية للإنسان بالمعلومات اللازمة له ليكتمل له الانفعال اللازم للتعامل مع البيئة المحيطة به... إن زيادة كمية الضوء ستقلل من الغموض المحيط به وتساعده على استيعاب المرئيات وكذلك الحفاظ على توازنه مع البيئة. وإنه لن يوجد أفضل من الإضاءة الطبيعية كمصدر لإمداده بوفرة من هذه المعلومات.

٣-٥ كمية الإضاءة الصحية اللازمة

فما هى إذن أقل إضاءة يستطيع الإنسان أن يعيش فيها دون أن يتعرض لمثل هذه الأخطار ؟. إن أعمال الدكتور ديجيكمان (Dijkman) تشير إلى أن الإنسان لا يجب أن يعمل تحت إضاءة أقل من ١٠٠٠قدم/شمعه وتزداد هذه القيمة لتصل إلى ٢٥٠٠ قدم/شمعه عند الذروة وتسمى هذه النسب بالإضاءة الصحية.

بقى أن نعلم أن متوسط الإضاءة تحت سماء مصر أعلا من هذه المعدلات وأن شدة الإضاءة عند الظهيرة فى الأيام المشمسة تصل إلى حوالى ٣٥٠٠ قدم/شمعه بينما

تنخفض هذه القيمة حتى تصل إلى أقل من ١٠٠٠ قدم/شمعة عندما تتلبد السماء بالغيوم.

ومن أهمية كمية الإضاءة لحياة الإنسان يؤكد الدكتور شيرد (Sheard) أن عملية الرؤية فقط تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم فى حالة الإضاءة الصحية والنظر السليم. وأن أى نقص فى هذه الإضاءة معناه استنزاف الطاقة من الجسم لتعويض هذا النقص.

إن استنزاف العين لسعرات إضافية من الجسم لتؤدى وظيفتها يقلل من نشاط الجسم ويشعره بالإرهاق وبالتالى يتعرض الشخص نتيجة للخطأ وعدم كفاية الانتباه. هذا علاوة على أمراض الكلى نتيجة فشل الكلى فى التخلص من سموم الجسم لأن الكلى لا تستطيع الحصول على السعرات اللازمة للقيام بوظيفتها. ويوضح جدول (٣-١) شدة الإضاءة اللازمة للاستعمالات المختلفة.

ويقول كل من ثورنجتون (Thorington) وكاندولا (Candola)، وكاننجهام (Canningham)أن الإضاءة الطبيعية تختلف فى تكوينها حسب التغيرات والتقلبات الجوية إلا أن المهم من هذا الضوء هو الذى له علاقة مباشرة بحياة الإنسان وأن الأشعة فوق البنفسجية التى تتراوح طول موجتها من ٢٩٠ إلى ٣٢٠ نانوميتر (واحد نانوميتر = واحد على بليون من المتر) لها دور كبير فى حياة الإنسان وكذلك لعلاقتها بسرطان الجلد، هذه الأشعة تمثل فى مجموعها ١.٥٪ من إشعاع الشمس خارج مجال الأرض ولكنها تقل حتى تصل إل ١٪ قرب سطح الأرض نتيجة لامتصاص الأوزون الموجود فى الغلاف الجوى لها ويزداد تعرض الإنسان لهذه الأشعة فى فترة الصيف أضعاف ما يحدث فى فصل الشتاء، وتساعد هذه الأشعة البالغين على امتصاص الكالسيوم وتفيد فى علاج الأطفال من أمراض لين العظام، إلا أن زجاج النوافذ العادى يمتص معظم هذه الأشعة ولا يستفيد منها الإنسان رغم امتلاء الحجرة بأشعة الشمس وضوء النهار.

وفى بحث مقارن بين ما يحتاجه الإنسان فى مختلف الأعمار من الإضاءة، توصل كل من مورتنسن (Mortenson) وريتشارد بلاكويل (Blackwell) إلى أن الناس بين الأعمار من ٣٠ إلى ٤٠ عاما تحتاج إلى كمية إضاءة مقدارها ١.١٧ مرة ما يحتاجه من هم فى سن ٢٠ إلى ٣٠ عاما لكى يحصلوا على نفس الوضوح فى الإضاءة وأن كبار السن بين ٦٠، ٧٠ عاما يحتاجون إلى كمية إضاءة مقدارها ٢ر٥١ مرات قدر الإضاءة اللازمة للشباب بين ٢٠، ٣٠ عاما لكى يروا بنفس القدر من الوضوح.

ولقد قامت مجموعة من العلماء بدراسة ما إذا كانت الإضاءة الداخلية التى يصممها المعماريون كافية للمحافظة على حياة الإنسان وكان على رأس هؤلاء الدكتور نير (Ncer) بالمستشفى العام بولاية ماساشوستس الأمركية ولقد قاموا بالكشف عما إذا كان مركب فيتامين "د" (D) كما تبين بواسطة امتصاص الجسم للكالسيوم له علاقة بالإضاءة الفعلية فتبين :س

١- أن مركب فيتامين (د) هام للإنسان حتى بالنسبة للذين يتناولون وجبات غذائية كاملة.

٢- أن كمية فيتامين (د) الموصوفة كجرعة يومية للمسنين غير كافية.

وإنه بناء على ما تقدم يجب عند تصميم الإضاءة الداخلية للأبنية التى يشغلها الإنسان أن تزداد الإضاءة بها - طبيعية كانت أوصناعية - إلى درجة تقارب الإضاءة الطبيعية بالخارج وأن ذلك فى غاية الأهمية، ولقد لاحظ الدكتور بورنشتين (Marc Bornstein) أن التعرض للأشعة فوق البنفسجية يزداد كلما اقتربنا من خط الاستواء وعليه فإن التعرض للأشعة فوق البنفسجية بشدة يؤثر على قرنية العين ويصبغها باللون الأصفر وهذا اللون يجعل العين تمتص الموجات الضوئية القصيرة قبل أن تصل إلى الأجزاء الداخلية فى العين الحساسة للضوء وينتج عن ذلك خلط فى تمييز الإنسان بين اللون الأزرق واللون الأخضر.

نوع المبنى	المكان	معامل ضوء النهار٪
سكنى	- صالات المعيشة - حجرات النوم - المطابخ	١ ٠.٥ ٢
المكاتب والبنوك	- أماكن الجمهور - آلات الطباعة - حاسبات آلية - مكاتب	٤
استوديوهات الرسم	- الأماكن العامة - طاولات الرسم	٢ ٦
صالات الاجتماعات والموسيقى	- المداخل - صالات الاجتماعات والسلالم - الطرقات	١ ٠.٥
المكتبات	- الأرفف - طاولات القراءة - مخازن الكتب	١
المعارض والمتاحف	- الصالات عموما - على المعروضات واللوحات	١
المدارس والكليات	- قاعات المحاضرات وصالات الاجتماعات - صالات الرسم وفصول الأشغال - المعامل (المناضد) - حجرات هيئة التدريس - صالات الاجتماعات	٦ ٢ ٤ ٣
المستشفيات	- عنابر المرضى - الاستقبال والإنتظار - الأخزاخانات	١ ٢
صالات الألعاب	- الصالات عموماً	٣
حمامات السباحة المغلقة	- حمام السباحة - المساحات المحيطة بالحمام فى جميع الأدوار	٢

معامل ضوء النهار ٪ = (مركبة السماء + مركبة الانعكاسات الخارجية + مركبة الانعكاسات الداخلية٪

جدول (٣-١) معامل ضوء النهار فى حالة الإضاءة الطبيعية من الشبابيك الجانبية

٣-٦ الإضاءة الطبيعة

وتمتاز الإضاءة الطبيعية عن الصناعية بكونها متغيرة الشدة حسب حركة الشمس ومسار السحب وهذه التغيرات فى الإضاءة بدرجاتها وألوانها المختلفة ضرورية للحفاظ على ذكاء الفرد وتكيفه مع المكان الذي يعيش فيه بعكس الإضاءة الصناعية الثابتة التى تثير الملل والضجر.

ولقد أجمع كثير من العلماء مثل هيرون (Heron) وبيكستون (Bexton) وهيب (Hebb) وبراونفيلد (Brounfield) وكذلك بعض الجامعات مثل جامعة ماكجيل (McGill) بكندا وجامعة برنستون (Princeton) وميامى بأمريكا على أن الإنسان يحتاج إلى التغيير المستمر فى المرئيات حتى يحافظ على مستوى ذكائه، وأن الحرمان من هذه التغييرات إن طال يصيب الإنسان بهلوسة فى الرؤية وكذلك حاسة السمع علاوة على انخفاض مستوى ذكائه.

وفي المركز الطبى لجامعة ديك (Dake) بأمريكا قام كل من الأساتذة مورفى (Murphy)، وكليجبورن (Clegborn) عام ١٩٥٤ وكذلك سلفرمان (Silverman) عام ١٩٦١ بدراسة أثر تعرض الأنسان لمرئيات لا يطرأ عليها تغيير فوجدوا أن مثل هذا الثبات له أثر سئ بالنسبة لمعدلات إفراز الهرمونات ونشاط مركز الأعصاب والجهاز التنفسي وحيوية الأوعية الدموية القريبة من الجلد وكذلك مقدرة الإنسان على الإحساس. إن الإضاءة الطبيعة توفر التغيرات المطلوبة فى الأشكال المحيطة به وتساعد الإنسان على الاستمتاع يالحياة والصحة الجيدة.

لقد اتضح الآن بما لا يدع مجالاً للشك أن الحرمان من الإضاءة داخل الأبنية تسببت فى كثير من المشاكل الصحية والنفسية والاجتماعية مما حدا بالعلماء من الأطباء والمتخصصين بأن ينادوا بالعودة إلى الإضاءة الطبيعية فى المبانى واعتبارها تأتى فى الأهمية بعد الغذاء بالنسبة للإنسان. ولذلك يجب اعتبار الإضاءة الطبيعية فى

المبانى من أهم الأساسيات فى تصميم الأماكن التى يعمل أو يعيش فيها الإنسان. أضف إلى ذلك الناحية الجمالية التى يشعر بها الساكن عند رؤية مظاهر الحياة عبر النواقذ وإحساسه بتغيير الأوقات وتغيير حركة الشمس وما يتبعه ذلك من تغيير فى الأضواء والألوان والتباين فى المناظر الطبيعية. وباعتبار المنطقة التى نعيش فيها غنية بالطاقة الشمسية والإضاءة الطبيعة فإن اللجوء إلى الإضاءة الصناعية نهاراً فى هذه الظروف يعتبر إهدارا للطاقة الكهربائية بدون مبرر.

وإذا نظرنا إلى مدارسنا ومستشفياتنا وبيوتنا وكل مبنى يعمل فيه الإنسان نجد أن بداخل هذه الأبنية أماكن لا يصل إليها ضوء النهار بالقدر الذى نستغنى به عن الإضاءة الصناعية وهذا يبرز الحاجة إلى الجمع بين الخبرات الهندسية والمعمارية للوصول إلى أفضل نظم الإضاءة الطبيعة اللازمة والكافية لإتمام العمل المطلوب داخل الأماكن المبنية.

إن المهارة فى تصميم النوافذ من أجل إضاءة جيدة واستخدام الأساليب العلمية لتقليل السلبيات التى تنشأ بسبب عمل فتحة يدخل منها الهواء والحرارة والضوضاء تستدعى المعرفة الجيدة بتاريخ العمارة والتطورات التى توالت عبر القرون من أجل تصميم فراغ مريح للإنسان يستطيع أن يحيا فيه حياة صحية بالإضافة إلى تفهم التقنيات الحديثة التى حلت مشكلة التكامل بين الإضاءة الطبيعية والعناصر البيئية المصاحبة لها.

أما مصدر الإضاءة المستخدمة فى تصميم الإضاءة الطبيعية فهو أما من السماء أو من الشمس.

ويوضح شكل (٣-١) مستويات الإضاءة فى حالة السماء الصافية والملبدة بالغيوم.

والإضاءة من السماء تكون بواسطة تأثير الشمس على الذرات وبخار الماء الموجود بالسماء القريبة من الأرض، وحيث أن الأرض تدور حول نفسها وحول الشمس

ولكن على محـور مائل بمقـدار حوالى ٢٣.٥ درجة فإن كمية الضوء تتغير سواء خلال اليوم أو خلال العام فإذا أضفنا الى ذلك تكونّ السحب وتحركها بواسطة الرياح فإننا ندرك مـا يعنيه ذلك بالنسبـة للمـصمم الذى يأخذ كل هذه العوامل فى الاعتبار عند تصميم الأبنية سواء بالنسبة للسماء الصافية أو السماء الملبدة بالغيوم.

٣-٧ تصميم الإضاءة الطبيعية فى المبانى :

نظراً لأن الإضـاءة الطبيـعيـة تأتى فى المرتبـة الثـانيـة بعد الغذاء فى الأهميـة ولا يستطيع الإنسان العيش معافاً بدونها فإن التصميم الجيد يجب أن يشتمل على:

١- إضاءة عناصر المبنى بالإضاءة الطبيعية.

٢- تخصيص أماكن بالمبنى يمكن للإنسان أن يستفيد من الأشعة فوق البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية.

٣- زيادة الإضاءة طبيعية كانت أو صناعية إلى أكبر قدر ممكن حتى تقارب الإضاءة الطبيعية فى الخارج.

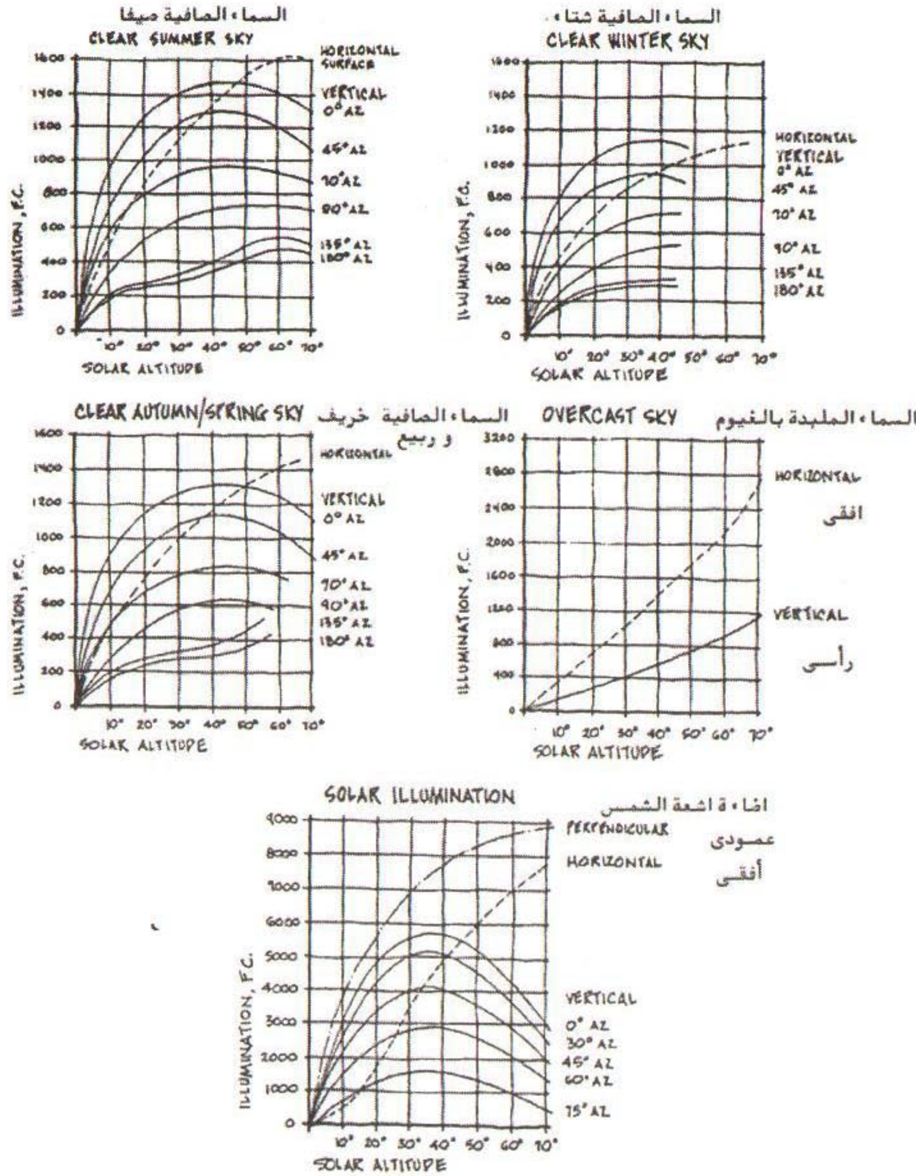
٤- السماح لأشعة الشمس بالنفاذ داخل عناصر المبنى ساعة على الأقل يومياً.

٥- التحكم فى توزيع الشبابيك بحيث تحقق عامل الخصوصية حتى لا يغلق الناس الشيش طوال النهار.

٦- الإقـلال من الألوان داخل المبنى ويكون ال ن الأبيض والألوان الفـاتحـة هى الغالبة.

٧- أن يكون بكـل حجـرة شبـاكـان بـقـدر الإ ان مـوزعان على حـائطين حـتى لا يحدث زغللة بالداخل.

٨- أن يراعى فى تخطيط المواقع ارتفاعات ا ى والمسافات بينها وألا يحجب الضوء عن المبنى مبنى آخر قريب منه ويواجهه.



شكل (٣-١) مستويات الإضاءة فى حالة السماء الصافية والملبدة بالغيوم

٩- أن ما نراه من الضوء يمثل ١ :٧٠ من مجموع الموجات الضوئية التى يتكون منها الضوء ولذا يجب أن ينظر إليه بالنسبة إلى تأثيره الكلى على الإنسان... إن التوازن الفسيولوجى والسيكولوجى للإنسان يعتمد بدرجة كبيرة على المعلومات التى يحملها إليه الضوء التى يستقبلها الجسم بدون وعيه وتأتى مفعولها فيه.

وتوجد أربعة طرق لقياس الإضاءة الطبيعية فى المبانى هى :-

١- طريقة عامل ضوء النهار.

٢- طريقة اللومن.

٣- طريقة القبة السماوية الاصطناعية.

٤- طريقة برامج الحاسب الآلى.

أما الطريقة الأكثر واقعية ويمكن حسابها بسهولة لمختلف أجزاء المبنى فهى الطريقة الأولى، أى طريقة عامل ضوء النهار. أما الطرق الأخر مثل طريقة اللومن فإنها تتعامل مع النافذة وكأنها لوح مضئ مثل كشافات الفلورسنت، وطريقة القبة السماوية الاصطناعية تحتاج إلى عمل نموذج لقبة السماء وإضاءتها بإضاءة مشابهة لضوء السماء ثم وضع النموذج بداخلها بما فيه من كاسرات شمس وألوان وقياس الإضاءة بالداخل، وهذه الطريقة تعنى أن يقاس الضوء بعد عمل تصميم وتنفيذ النموذج ويشترط ألا يقل قطر قبة السماء هذه عن ٦ أمتار لإمكان دخول الإنسان بداخلها وقياس الإضاءة للنموذج المطلوب دراسته بطريقة صحيحة وسليمة مع استخدام الأجهزة الضوئية ذات الخلايا الضوئية الحساسة والدقيقة، لذلك فهو غير عملى. أما طريقة الحاسب الآلى فهى وإن كانت دقيقة إلا أن كل برنامج يتعامل مع نوع واحد من الفتحات، مثلاً الفتحات فى الحوائط الرأسية أو الفتحات على الأسقف الأفقية فقط ولذلك فإن معامل ضوء النهار هو الطريقة المثلى التى يستخدمها المصمم للحصول على قراءات تساعده على تصميم إضاءة طبيعية جيدة.

ويحسب معامل الإضاءة الطبيعية على أساس مجموع ثلاث مركبات من الضوء تدخل من خلال فتحة الشباك إلى سطح معين داخل الفراغ فى الحجرة.

٣-٧-١ مركبات الإضاءة الطبيعية الداخلية:

يمكن تحليل ضوء النهار الذى يصل إلى نقطة فى الفراغ الداخلى إلى ثلاث مركبات Components

١- مركبة السماء Sky Component (SC) وهو الضوء الصادر من الجزء المرئى من السماء فى هذه النقطة.

٢- المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية
Externally Reflected Component (ERC)

وهو الضوء المنعكس من أسطح واجهات المبانى الخارجية المقابلة.

٣- المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية
Internally Reflected Component (IRC)

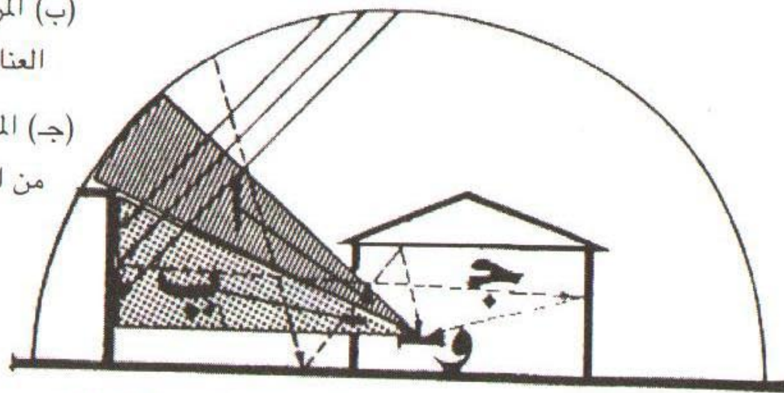
وهو الذى يصل إلى النقطة بعد دخوله من النافذة وانعكاسه على الأسطح الداخلية.

ويعلل هذا التحليل إلى العناصر الثلاثة بوجود مؤثرات خارجية مختلفة لكل عنصر على حدة. انظر الشكل (٣-٢).

(أ) مركبة السماء

(ب) المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية

(جـ) المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية



شكل (٣-٢) مكونات الإضاءة الطبيعية لنقطة (و)

٣-٧-٢ قياس مركبات الإضاءة الطبيعية الداخلية

٣-٧-٢-١ مركبة السماء

ويتم إيجادها بيانياً فى ذلك منقلة خاصة صممها مركز أبحاث البناء البريطانى (شكل ٣-٣)، حيث تنقسم إلى جزئين - الأعلى رقم ١ وهو خاص بقياس مركبة السماء فى القطاع الرأسى للغرفة وعليه تدريجان، الداخلى يقيس زاوية الإرتفاع والخارجى يقيس مركبة السماء.

أما الجزء الأسفل رقم ٢ فهو خاص بتصحيح الخطأ الناجم عن تغير عرض الشباك وذلك فى المسقط الأفقى.

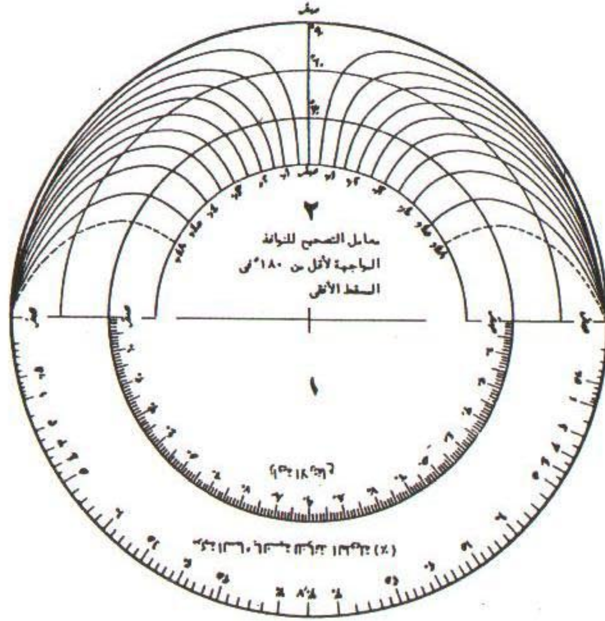
وتتبع الخطوات التالية فى القياس (شكل ٣-٤) :

١- يرسم قطاع رأسى فى الغرفة عمودى على مستوى الشباك.

٢- يحدد مستوى النشاط فى نقطة معلومة يرمز لها (و) وهى المطلوب قياس المركبة عندها.

٣- يتم توصيل النقطة (و) بجلسة الشباك (جـ)، وبعتب الشباك (ع).

٤- توضع المنقلة بحيث ينطبق مركزها مع النقطة (و) وتنطبق قاعدتها مع الخط الأفقى المار بمستوى النشاط Working Plan.



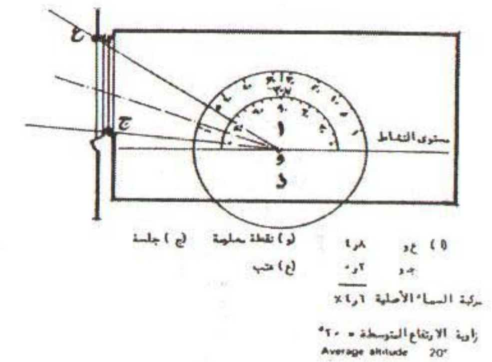
شكل (٣ - ٣) منقلة الإضاءة الطبيعية

ملحوظة : إذا كانت جلسة الشباك منخفضة عن مستوى النشاط فالجزء المحصور بين مستوى النشاط وجلسة الشباك المنخفضة عنه لا يدخل فى القياس.

- تقرأ القيم حيث يقطع الخطان (ع و)، (جـ و) التدريج للمنقلة ليكون الفرق هو مركبة السماء.

- يمكن الحصول على متوسط زاوية ارتفاع الأشعة الضوئية بقراءة القيم على التدريج الداخل للمنقلة وجمعها ثم قسمتها على ٢ لإعطاء المتوسط (أنظر المثال على الشكل).

وجلسة الشباك المنخفضة عنه لايدخل فى القياس .



شكل (٣ - ٤) قياس مركبة السماء

معامل التصحيح أو القياس فى المسقط الأفقى :

يلاحظ أن القياس السابق يعطى مركبة السماء بالنسبة لشباك معلوم الارتفاع (فى القطاع الرأسى) ولكن غير محدد العرض (فى المسقط الأفقى)، ولإيجاد معامل التصحيح يستعمل الجزء الأسفل رقم ٢ من المنقلة، وتتبع الخطوات التالية :

١- يرسم مسقط أفقى للحجرة مع تحديد فتحة الشباك والنقطة (و).

٢- توصل النقطة (و) بنهايتى الشباك (م)، (ن).

٣- توضع المنقلة بحيث ينطبق مركزها مع النقطة (و) وتوازى قاعدتها خط الشباك بحيث تكون القراءات مواجهة للشباك.

٤- يرسم على المقياس من صفر إلى ٩٠° نصف دائرة وهمى (منقط) ليحدد زاوية

الارتفاع السابق إيجادها فى القياس على القطاع الرأسى (وهى هنا ٢٠°).

٥- تحدد نقط تقاطع نصف الدائرة المنقطة مع (م و)، (ن و) وتقرأ قيمتها على المنحنيات المبنية على المقاس الداخلى.

فيكون معامل التصحيح هو :

- مجموع القراءتين، إذا كانت نقطتا التقاطع تقعان على جانبى محور المنقلة الأفقى.

- أو فرق القراءتين، إذا كانت نقطتا التقاطع تقعان عل جانب واحد فقط من المحور

ويعطى حاصل ضرب معامل التصحيح فى مركبة السماء الأصلية (من القياس الأول) المركبة الخاصة بالشباك المعلوم عرضه وارتفاعه.

٣-٧-٢-٢ المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية :

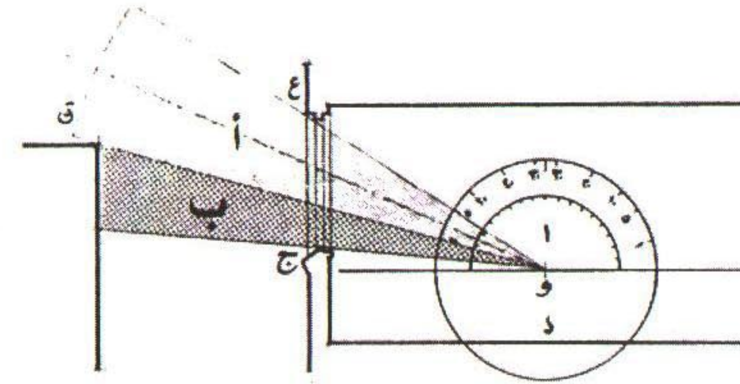
وتستعمل بها نفس المنقلة السابقة (شكل ٣-٥)

إذا كان هناك عائق أمام الشباك، يكون الحد الأسفل لمركبة السماء خطاً مستقيماً يرسم من النقطة (و) إلى أعلى نقطة فى هذا العائق. ويمثل الجزء المحصور بين هذا المستقيم والمستقيم (ج و) الواصل بن الجلسة والنقطة (و) المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية، وتتم قراءته على التدريج الخارجى مثل ما تم فى قياس مركبة السماء ويطبق التصحيح بنفس الطريقة السابق ذكرها.

٣-٧-٢-٣ المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية :

لتبسيط قياس هذه المركبة وبعيداً عن الطرق الحسابية تم إعداد مقياس خاص لإيجاد متوسطات المركبة المنعكسة الداخلية لضوء النهار (شكل ٣-٦) وذلك باتباع الخطوات التالية :

١- تحسب نسبة مسطح الشباك إلى المسطح الكلى (السقف + الأرضية + الحوائط بما فيها الشبابيك) ثم توقيعها على المقياس (أ).



شكل (٣-٥) قياس المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية

(أ) مركبة السماء (ب) المركبة المنعكسة من العناصر الخارجية

(ق) أعلى نقطة فى العائق

تؤخذ القراءات كالتالى

و ع ٨ر٤، وق ٩ر٠، وج ٢ر٠

مركبة السماء (أ) = ٨ر٤ - ٩ر٠ = ٩ر٣٪

المركبة المنعكسة (ب) = ٩ر٠ - ٢ر٠ = ٧ر٠ ٪

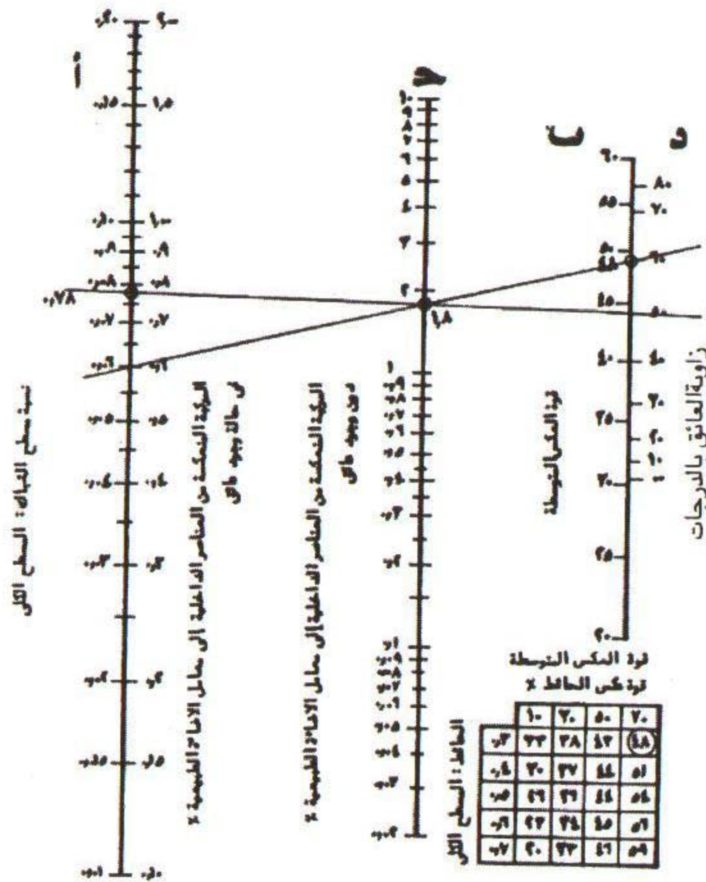
٢- يستنتج متوسط قوة العكس باستخدام الجدول الموجود بالمقياس، ويكون ذلك بإيجاد نسبة مسطح الحائط موضع الدراسة بالنسبة للمسطح الكلى وتوقيعه على العمود الأفقى، ثم إيجاد قوة العكس (٪) لمادة نهو الحائط (راجع جدول ٣-٥) وتوقيعها على العمود الرأسى ثم قراءة القيمة المطلوبة من تلاقى الرقمين فى الجدول.

٣- توقع القيمة الناتجة من الخطوة السابقة على المقياس (ب)

٤- يرسم مستقيم يصل بين القيمتين على (أ)، (ب) فيعطى تقاطعه مع المقياس (جـ) قيمة المركبة المطلوبة.

٥- فى حالة وجود عائق خارجى تحدد زاوية ارتفاع أعلي نقطة بالعائق على المقياس (د).

٦- يرسم مستقيم بين النقطة الموجودة على المقياس (د) والنقطة التى تم إيجادها على المقياس (جـ) من خطوة رقم ٤، وتحدد نقطة تقاطع هذا المستقيم (هـ) المركبة المنعكسة المعدلة.



شكل (٣-٦) قياس المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية

بفرض أن :

نسبة مسطح الشباك : المسطح الكلى	= ٦ر٠	
نسبة الحائط موضع الدراسة : المسطح الكلى	= ٣ر٠	
قوة عكس الحائط	= ٧ر٠	
زاوية العائق الخارجى	= ٥٠ر٠	
.. قوة العكس المتوسطة	= ٤٨٪ (من الجدول)	
– المركبة المنعكسة من العناصر الداخلية دون أعتبار العائق	= ٨ر١٪ (من المقياس جـ)	

، المركبة المعدلة المنعكسة من العناصر الداخلية = ٧٨ر٠٪ (من المقياس هـ) بأعتبار العائق

العوامل المؤثرة فى مركبات الضوء

وتتأثر المركبات الثلاث السابق ذكرها بثلاثة عوامل يجب أخذها فى الاعتبار عند التصمم وهى :

أ– عوامل الصيانة (ص) Maintenance Factor، أى نظافة الزجاج ومعالجة أية أسباب أخرى تؤثر على درجة نقاء شفافيته، والجدول التالى (٣–٢) يوضح هذا المعامل فى منطقة صناعية نظيفة وأخرى ملوثة :

ب– عامل الزجاج (ز)، ويطبق على أنواع الزجاج غير الشفافة، والجدول (٣–٣) يوضح هذا المعامل.

جـ– القضبان وحلوق الشبابيك أو أية عوائق يمكن أن تقلل من المسطح المؤثر للشباك وعموماً يستخدم القانون:

$$\text{معامل القضبان (ق)} = \frac{\text{المسطح الصافى للزجاج}}{\text{المسطح الكلى للشباك}}$$

الموقـع	زاوية الميل	استخـدام الغرفـة	
		صناعة نظيفة أو أى غرض آخر	صناعة ملوثة
منطقة صناعة نظيفة أو منطقة غير صناعية	رأسية	٠.٩	٠.٨
	مائلة	٠.٨	٠.٧
	أفقية	٠.٧	٠.٦
منطقة صناعية ملوثة	رأسية	٠.٨	٠.٧
	مائلة	٠.٧	٠.٦
	أفقية	٠.٦	٠.٥

جدول (٣ - ٢) معامل الصيانة للزجاج

نـوع الزجاج	المعامل
زجاج مصنفر نمره ١	١.٠٠
زجاج مصقول مسلح بأسلاك رفيعة	٠.٩٥
زجاج مسلح بأسلاك رفيعة	٠.٩٠
زجاج مموج غير مصقول	٠.٩٥
زجاج ملون	١.٠٠
زجاج معشق	٠.٨٠ – ٠.٩٥
زجاج ٦مم ضد الشمس	٠.٨٥
زجاج ٦مم كالوركس	٠.٥٥
زجاج عادى مزدوج	٠.٨٥
ألواح بلاستيك شفافة	٠.٦٥ – ٠.٩٠

جدول (٣-٣) معامل الزجاج غير الشفاف

وفى حالة عدم توفر معلومات دقيقة يؤخذ معامل القضبان (ق) كالتالى :

نوع مادة الشباك	المعامل (ق)
حلق وعضم الشباك من المعدن (كريتال أو ألومنيوم)	٠.٨٠ - ٠.٨٥
عضم الشباك كريتال أو ألومنيوم على حلق خشب	٠.٧٥
حلق وعضم الشباك من الخشب	٠.٦٥ - ٠.٧٠

فإذا كانت محصلة القوة الضوئية ϕ، تكون القوة الضوئية الفعلية التى دخلت الغرفة ϕ' هى :

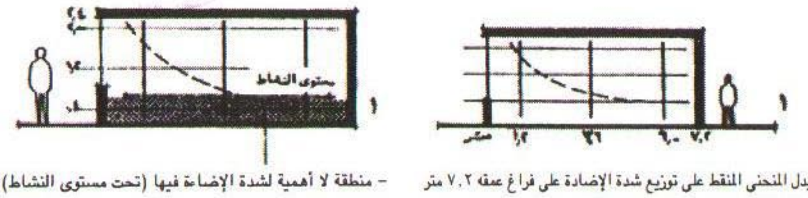
$\phi' = \phi$ × ص (معامل الصيانة) × ز(معامل الزجاج) × ق(معامل قضبان).

وبقسمة القوة الضوئية الفعلية ϕ' على مسطح الغرفة يمكن الحصول على متوسط شدة الإضاءة.

ويتوقف التوزيع الفعلى لشدة الإضاءة داخل الغرفة على الآتى :

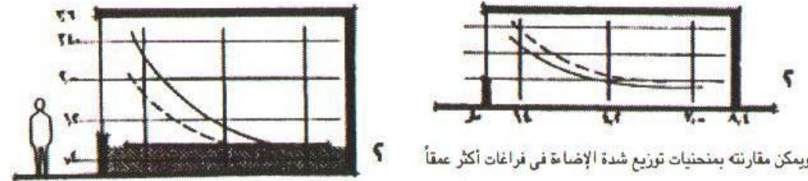
١- عمق الغرفة، حيث تقل شدة الإضاءة كلما بعدت المسافة عن الشباك وعموماً يمكن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ حتى مسافة ٦.٠٠ إلى ٧.٥٠ متر من مصدر الضوء (شكل ٣-٧) وهذا يتوقف أساساً على شكل الفتحات ومسطحها.

٢- وضع الفتحات : يسمح الشباك ذو الارتفاع الكبير للضوء بالدخول إلى عمق داخل الغرفة أكبر من ذلك الذى يسمح به شباك ذو ارتفاع صغير بنفس المساحة (شكل ٣-٧) ويمكن استخدام العواكس فى إسقاط الأشعة الضوئية إلى مسافات أعمق داخل الفراغ وذلك بعكسها على السقف (شكل ٣-٧).



يدل المنحنى المنقط على توزيع شدة الإضاءة على فراغ عمقه ٧.٢ متر

- منطقة لا أهمية لشدة الإضاءة فيها (تحت مستوى النشاط)



ويمكن مقارنته بمنحنيات توزيع شدة الإضاءة فى فراغات أكثر عمقاً

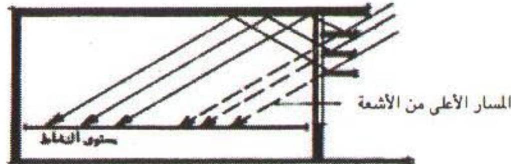
تزداد شدة الإضاءة مع ارتفاع فتحة الشباك (مقارنة ١، ٢)



حيث تقل شدة الإضاءة كلما زاد عمق الغرفة وذلك فى نقطة تقع على بعد ثابت من الفتحة

أ - عمق الغرفة

ب - وضع الفتحات



شكل (٣ - ٧) علاقة شكل الفتحات بإضاءة الفراغ الداخلى

٣- نهو الأسطح الداخلية: وهو من أهم العوامل التى تساعد على التحكم فى الضوء، فالأسطح ذات الألوان الفاتحة تعكس الضوء وتوزعه بانتظام كما تقلل من شدة اللمعان الذى قد يكون متعبا للعين.

ويوضح شكل (٣-٨) تأثير الدهانات على كمية الإضاءة عند نقطة المرجع X.

الجدول التالى (٣-٤) يمكن استخدامه كدليل لتقييم كفاءة فتحات الشبابيك خلال

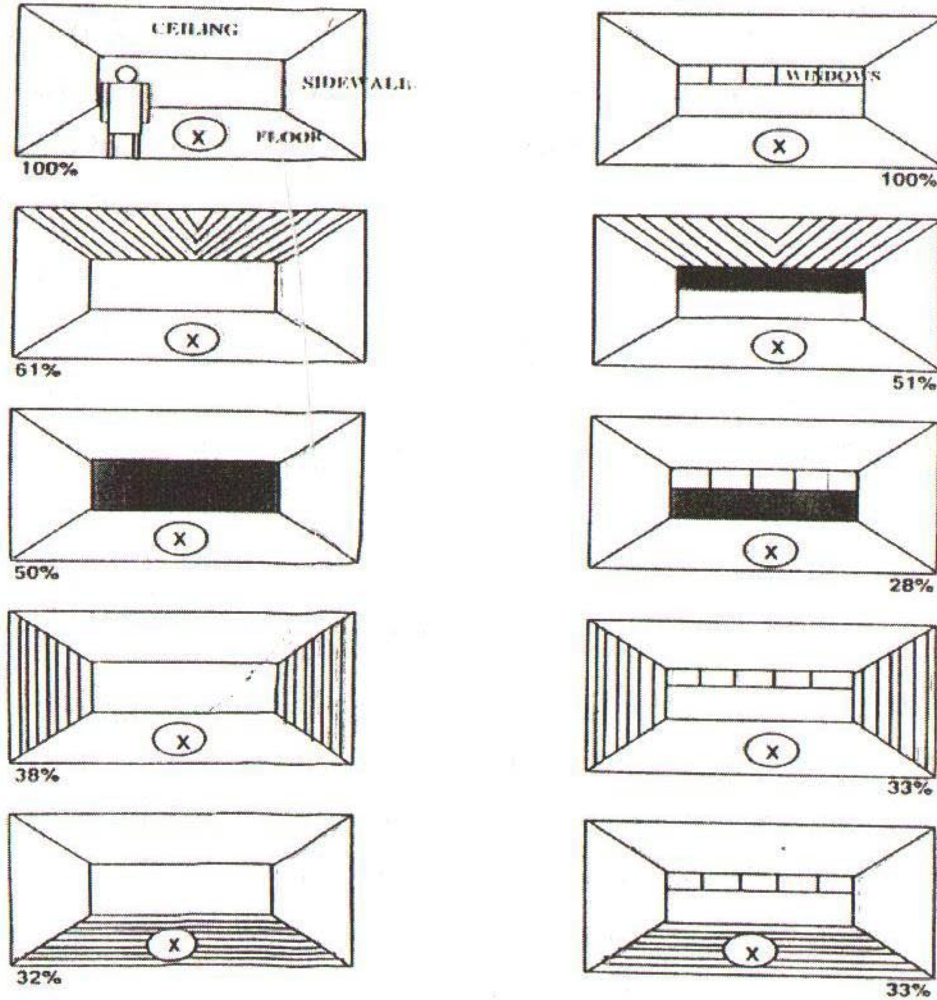
المراحل الأولية من التصميم وهو يحتوى على نسبة الإضاءة المطلوبة بالداخل (مركبة ضوء النهار ٪) وكذلك نسبة مساحة فتحة الشباك إلى مساحة أرضية الحجرة ٪.

نـــوع الاستخـــدام	مركبة ضوء النهار	نسبة مساحة فتحة الشباك إلى مساحة الحجرة
١- صالات رسم ، أماكن العبادة	٤ – ٥ ٪	٢٠ – ٣٠ ٪
٢- معامل ، طاولات عمل	٣ ٪	١٥٪
٣- بنوك ، حسابات ، طباعه ، آله كاتبه ، فصول دراسية ، ملاعب مغطاه ، حمامات سباحة مغطاه .	٢٪	١٠٪
٤- صالات معيشة ، صالات استقبال بالفنادق ، صالات مداخل.	١٪	٥٪
٥- حجرات نوم وطرقات .	٠ر٥٪	٢ر٥٪

جدول (٣-٤) نسبة الإضاءة المطلوبة ونسبة مساحة الفتحات إلى مساحة الحجرة

ملحوظة :

عند خط عرض ٣٠ شمالاً تكون إضاءة السماء الملبدة بالغيوم هى ٩٠٠ قدم شمعه من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ٤ بعد الظهر فى ٨٥ ٪ من هذا الزمن.



شكل (٣-٨) تأثير دهان بعض أسطح الغرفة باللون الأسود على كمية الإضاءة عند نقطة المرجع ×

٣-٨ تفاصيل فتحات الإضاءة الطبيعية بالمبانى :

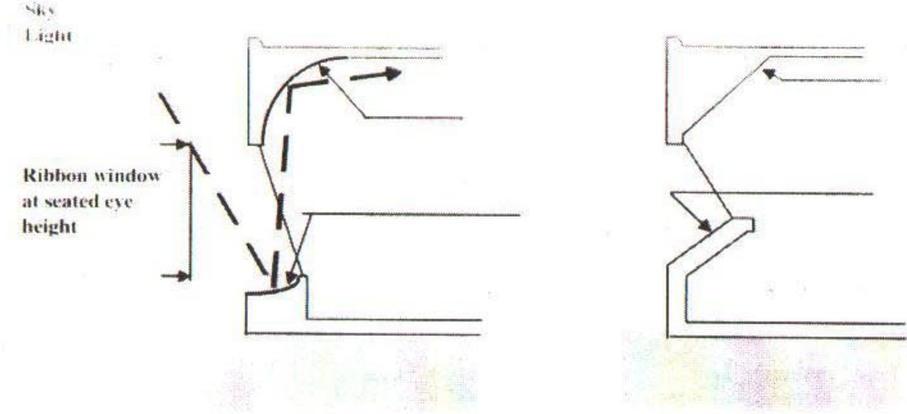
ان إدخال الإضاءة الطبيعة داخل المبنى يحتاج إلى مهارة من المصمم إذا كان يريد إنارة الأماكن البعيدة عن النوافذ بمستويات عالية. ويمكن الوصول إلى حلول مناسبة إما باللجوء إلى إضافة نوافذ بالحوائط الأخرى أو بتصميم عواكس تركب بالنوافذ بحيث تعكس الإضاءة الى الأجزاء البعيدة من الغرفة كما هو موضح بالأشكال (٣-٩) الى (٣-١٦).

وقد يؤدى عمل فتحات كبيرة للنوافذ الى إنتقال الحرارة والضوضاء من خارج المبنى إلا أنه يمكن التحكم فى ذلك بواسطة حسن استخدام نوعية الزجاج المركب على النوافذ مثل الزجاج المعالج الذى يكون معامل انعكاسه كبيراً وكذلك معامل امتصاصه للحرارة ولتقليل الضوضاء إلى أقصى حد . إما أن يوضع الشباك فى الأماكن الأكثر هدوءاً فى المبنى أو بجعل زجاج الشباك مزدوجاً وبينهما فراغ من الهواء ويركب حولهما إطارات مصنوعة من المطاط لمنع نفاذ الضوضاء إلى الداخل، كذلك يمكن استخدام كاسرات الشمس لحجب أشعة الشمس عن الشباك.

مثال ذلك أنه فى المناطق المكشوفة كالصحراء تكون أشعة الشمس قوية ويمكن تقليل تأثيرها داخل المكان بواسطة كاسرات للشمس. وحيث إن كاسرات الشمس هذه تقلل من إضاءة المكان فيمكن تعويض ذلك بتقوية الإضاءة بواسطة أسطح عاكسة لضوء الشمس إلى الفراغات الداخلية العميقة بالمكان بواسطة زوايا وإنحناءات خاصة لهذه الكاسرات هذا بالإضافة إلى استخدام زجاج معالج بطريقة لاتسمح بنفاذ الحرارة ولكن تعكسها الى الخارج وكذلك توجيه الشبابيك إلى اتجاهات بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة كناحية الشمال مثلاً حتى لو كان المبنى موجه ناحية الجنوب مثل ما يجرى فى أبنية المصانع والورش حيث تضاء هذه الأماكن من أعلى بواسطة عمل أسقف مثل سن المنشار نوافذها متجهة نحو الشمال بغض النظر عن وضع المبنى أنظر شكل (٣-١٥)

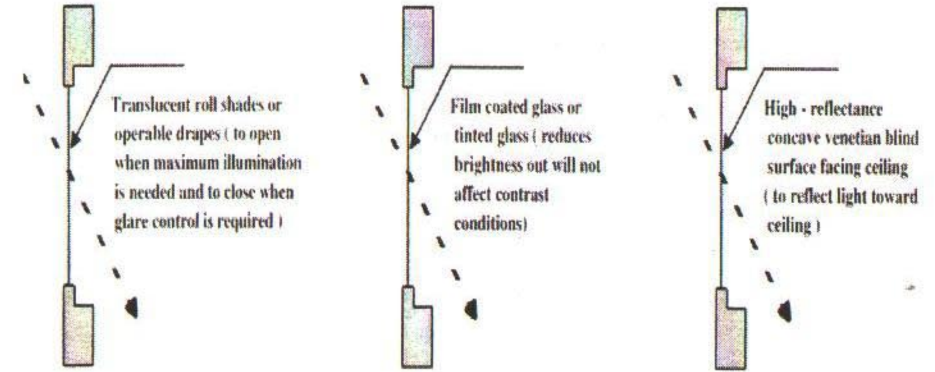
كذلك يمكن توجيه أشعة الشمس إلى سطح الغرفة الداخلى بواسطة أسطح عاكسة ألوانها فاتحة مثل لون السقف وبذلك تستطيع إدخال الضوء إلى العمق مع تقليل الحرارة إلى أقل درجة ممكنة.

والإضاءة الجيدة لازمة لراحة العين والرؤية الجيدة الموزعة توزيعاً متدرجاً بنسبة ١ : ٣,٠-٠ : ٠,١ فى المكان وتوضح الأشكال التالية توزيع إضاءة السماء على المستوى الأفقى والرأسى تبعاً لشهور السنة وشكل الفتحات وارتفاع شكل الفراغ أو ميله.

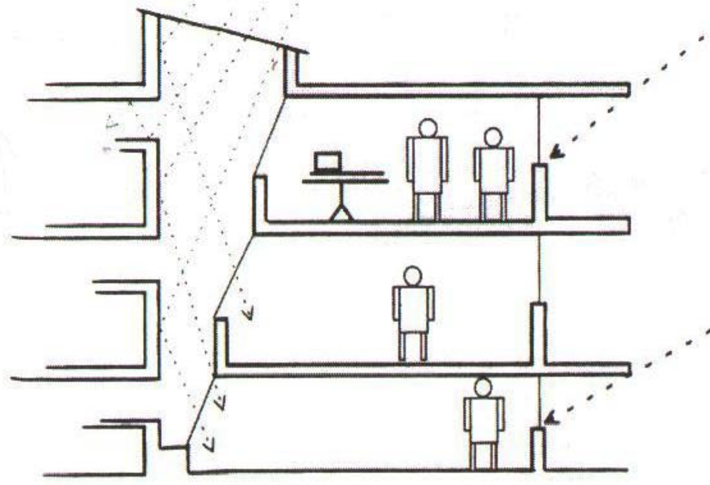


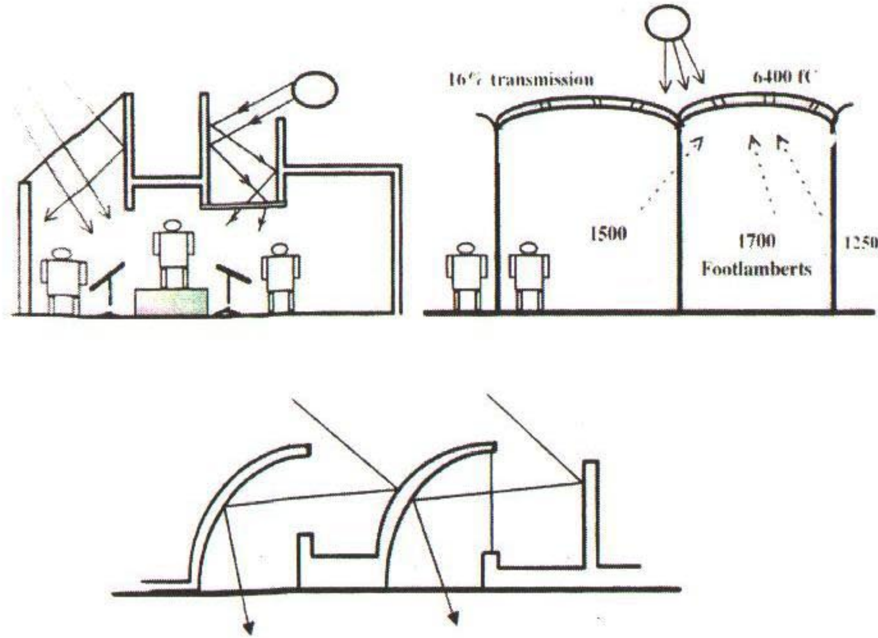
السطح المقعر يعكس الإضاءة إلى عمق الحجرة .

شكل (٣ - ٩) يبين طريقة إدخال الإضاءة إلى داخل الحجرة بواسطة الأسطح العاكسة

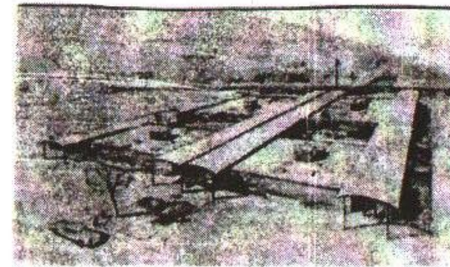


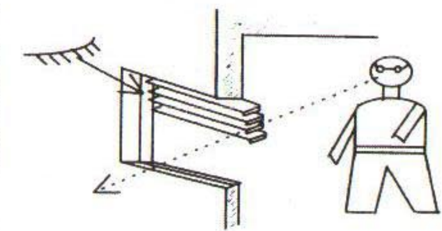
شكل (٣ - ١٠) يبين طريقة التحكم فى كمية الإضاءة بواسطة الستائر أو الزجاج الملون

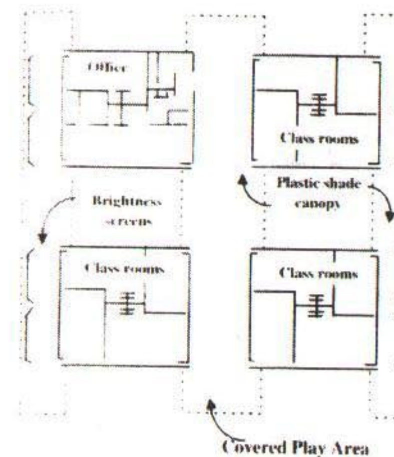




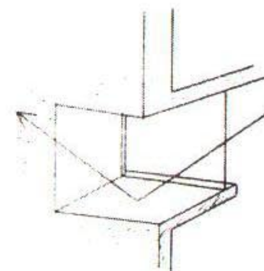
شكل (٣ - ١١) الطرق المختلفة للتوزيع الجيد للإضاءة

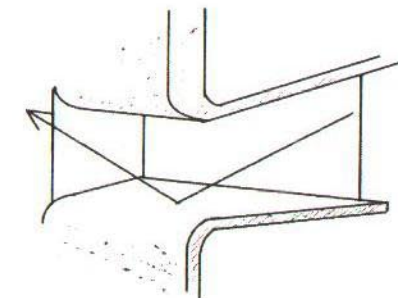




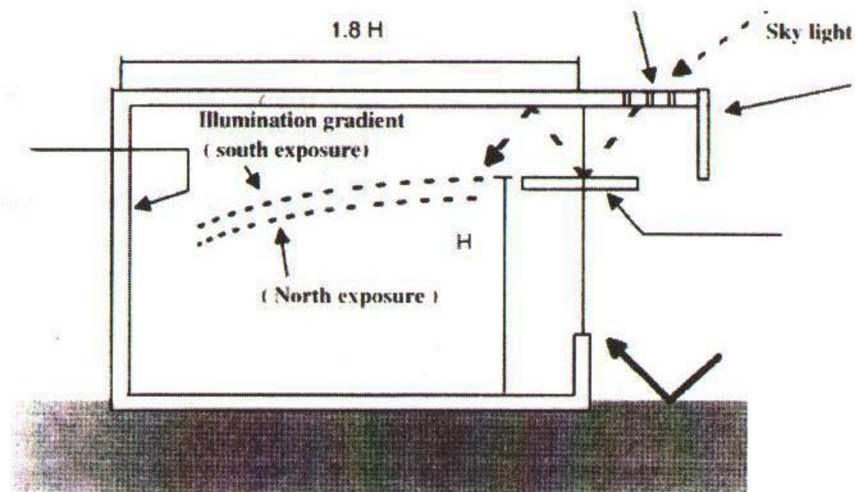


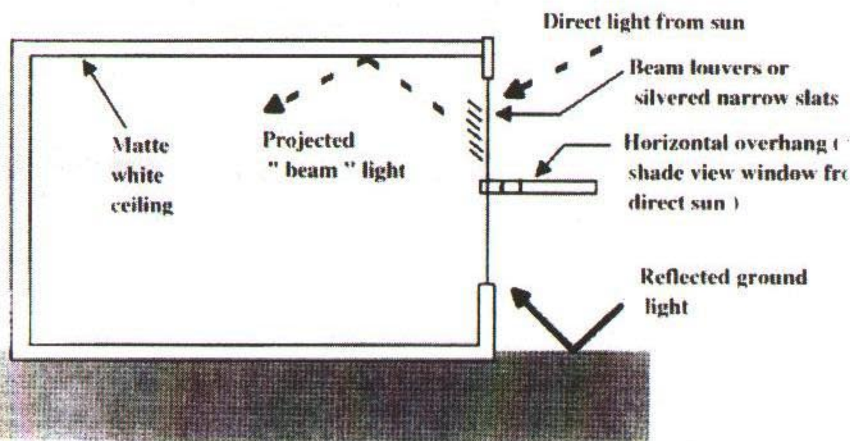
Floor Plan of The montrose School





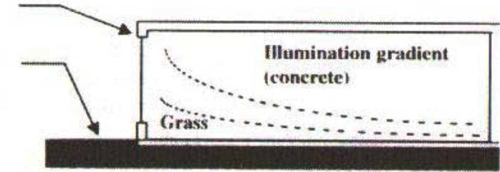
شكل (٣ - ١٢) الاشكال تبين طرق إدخال الإضاءة مع الحماية من أشعة الشمس

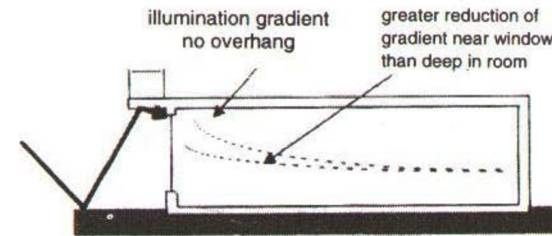




شكل (٣ - ١٣) الاشكال تبين كيفية الإستفادة من أشعة الشمس لزيادة كمية الإضاءة بالداخل بدون نفاذ أشعة الشمس المباشر

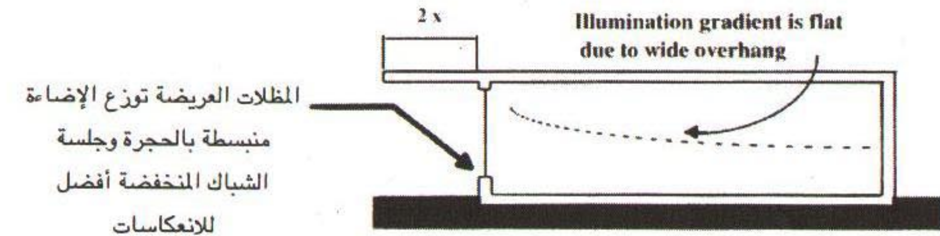
كلما أرتفع عتب الشباك كلما نفذت الإضاءة إلى الداخل والأرضية الأسمنتية أفضل من الخضراء من حيث عكس الضوء إلى الداخل

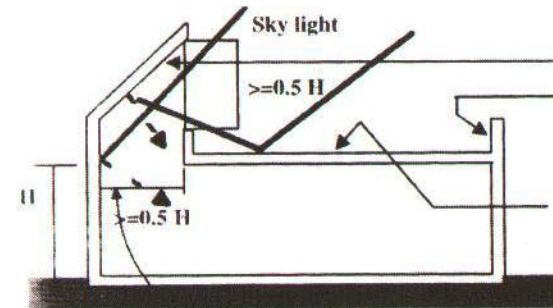




المظلات القصيرة أعلا الفتحات تقلل الإضاءة فى المنطقة القريبة من الشباك وليس فى نهاية الغرفة

المظلات العريضة توزع الإضاءة منبسطة بالحجرة وجلسة الشباك المنخفضة أفضل للانعكاسات

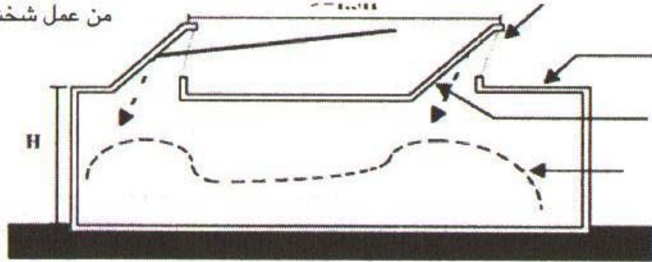


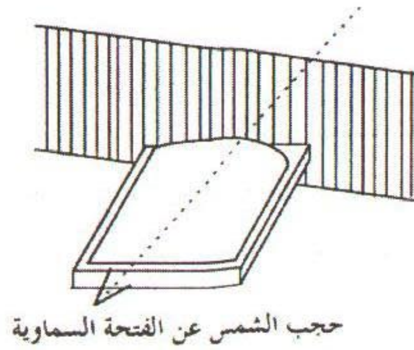


Reflectd light (can project into lower - Level spaces)

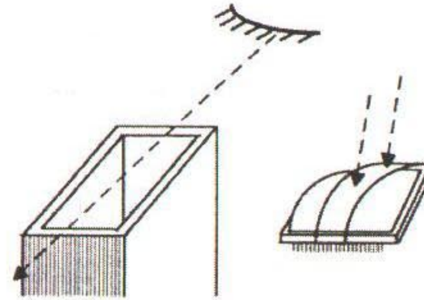
شكل (٣-١٤)
يمكن الاستفادة من حوائط المبنى لعكس الإضاءة إلى الداخل

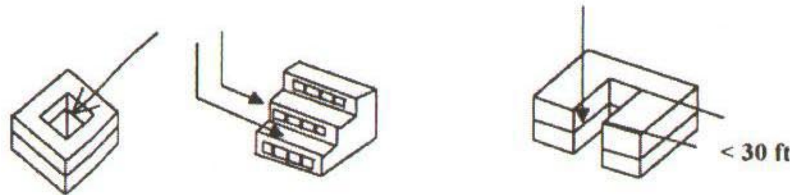
الإضاءة من سقف على هيئة سن المنشار أفضل من عمل شخشيخة واحدة للإضاءة





حجب الشمس عن الفتحة السماوية





طرق الاستفادة من أسطح المبانى لتحسين توزيع الإضاءة بالداخل
شكل (٣-١٥)

إلا أنه دائما يكون من المستحب أن توجد وسيلة لحساب درجة الإبهار لمكان مضاء أو وسيلة توصف طريقة لعمل التعديلات اللازمة إذا وجدت هذه المشكلة. ويجب أن تعرف أنه إذا كان مصدر الضوء يرتفع عن اتجاه خط النظر المعتاد فى المكان - فى فصل دراسى مثلاً يكون خط النظر المعتاد هو السبورة والأستاذ - بزاوية قدرها ٥٠° خمسون درجة فإنه لاخوف من حدوث زغللة للموجودين بالمكان. كذلك فإن تحريك المصدر إلى مكان آخر يقلل من احتمالات الإبهار غير المرغوب فيه ولكن مع الأخذ فى الاعتبار أهمية وجود مصدر الضوء أى الشباك بالقرب من العمل لإمكان إضاءته إضاءة جيدة. وبالرغم من ذلك فإن بعض الأفراد قد يجدون أنه بالرغم من تحرك مصدر الضوء إلى زاوية ٥٠° عن خط النظر إلا أنهم يعتبرونه مصدر مضايقة للبصر ويجعل الإنسان لا يركز فى المكان ويصبح قلقاً من الناحية الجمالية أكثر من الناحية الفسيولوجية، ويكون حساب قيمة الإبهار بالمعادلة التالية:-

قيمة الإبهار = [(شدة إضاءة المصدر) ١.٦ × (الزاوية المجسمة) ٠.٨] ÷ [مركبة الانعكاسات الداخلية]

شدة إضاءة المصدر هى قيمة الإضاءة الداخلة من الشباك

الزاوية المجسمة تحسب كالآتى:-

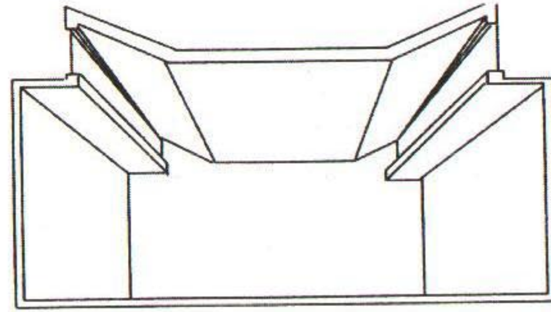
١- عندما يكون خط النظر فى منتصف الشباك تكون

الزاوية المجسمة = [مساحة الشباك] ÷ [مربع المسافة]

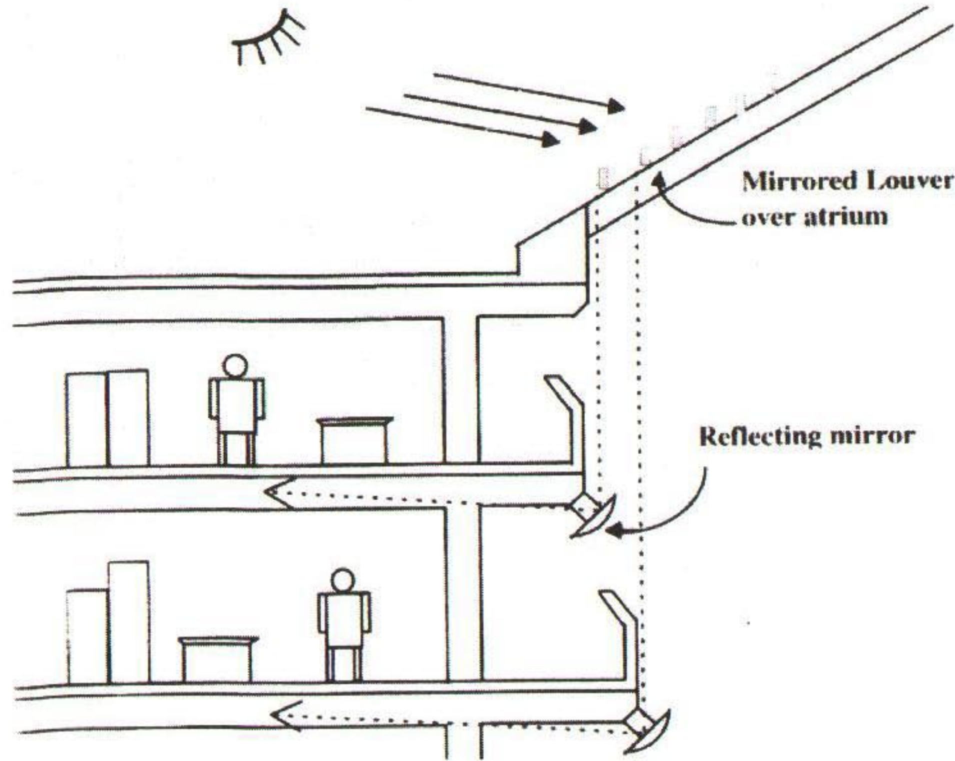
٢- عندما يكون خط النظر منحرفاً عن موقع الشباك تكون

الزاوية المجسمة = [مساحة الشباك × جتاθ . جتا ϕ] ÷ [مربع المسافة]

زاويةθ، ϕ هى الزاوية الرأسية والأفقية على التوالى مقاسة من خط النظر المعتاد.



عمل إضاءة علوية من السقف فى اتجاهين عكسيين يحسن الإضاءة على الحوائط والأسطح الرأسية



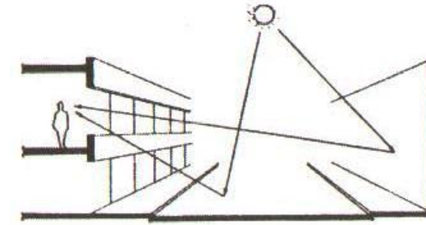
شكل (٣-١٦) طرق استخدام المرايا فى إدخال الضوء إلى عمق الفراغ الداخلى للحجرات

٣-١٩ الإبهار الضوئى

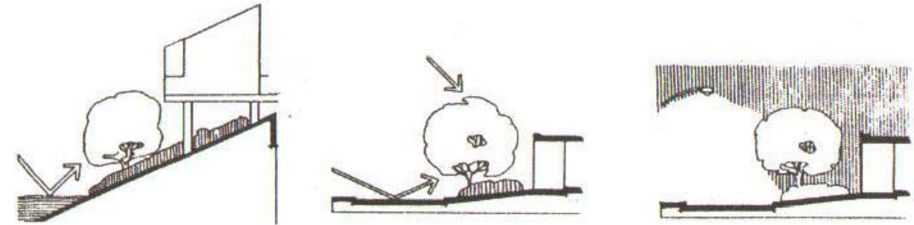
إن كمية الإضاءة فى حجرة ما ليست هى نهاية التصميم لأنه قد تكون الإضاءة كافية من ناحية شدة الضوء ولكنها غير مريحة للبصر وتسبب كثيراً من الضيق لأنها إذا لم تكن موزعة توزيعاً جيداً فإن مصادر الضوء غير المدروسة قد ترسل أشعتها مباشرة إلى العين وهى فى وضع رؤية عمل معين فإذا دخل هذا الضوء العين فإنه ينتشر بداخلها ويجعلها لا ترى بوضوح. وكذلك فإن حدقة العين تنقبض لتقلل من كمية هذا الضوء غير المرغوب فيه مما يقلل من إضاءة العمل المطلوب داخل العين ويشعر الإنسان بعدم الارتياح وقد ينصرف عن العمل الذى يقوم به.

ويمكن الإقلال من تأثير الإبهار بالوضع السليم لعناصر التصميم وتنسيق الموقع من برك مياه وأشجار ومسطحات خضراء (شكل ٣-١٧). ويتوقف الحد المقبول للإبهار على نوع النشاط أو الغرض فيقل كلما زادت الدقة المطلوبة. كما تتوقف قوة الإضاءة المقبولة على نوعية مجال النظر، ففى حالة مسطحات ممتدة قد تكون ١٠٠٠٠٠ لوكس مقبولة، لكنها تصبح غير محتملة في حالة شاطئ ذى رمال بيضاء.

رمال بيضاء .



الأبهار المنعكس من العناصر المحيطة بالمبنى



شكل (٣-١٧) الحماية من الإبهار بواسطة الأشجار

مركبة الانعكاسات الداخلية هى المركبة المحسوبة فى المكان ٪ مضروبة فى شدة إضاءة المصدر، وإذا كانت قمة الإبهار ١٠٠ تعتبر هذه الحالة مرضية من توزيع الإضاءة ولكنها محسوسة وإذا كانت القيمة أكبر من ٦٠٠ تعتبر حالة شديدة الابهار ويعتمد الابهار على:

١- شدة إضاءة المصدر مقدرة بالقدم شمعة.

٢- مساحة مصدر الضوء (أى مسطح النافذة).

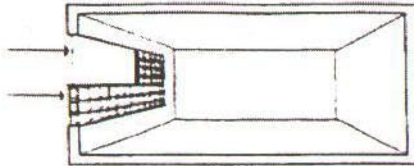
٣- المستوى العام المتأقلمة عليه العين فى المكان (أى مستوى الإضاءة الغالبة فى المكان).

٤- موقع مصدر الإضاءة بالنسبة لخط النظر المتوقع (أى زوايا) انحراف مركز النافذة عن خط النظر).

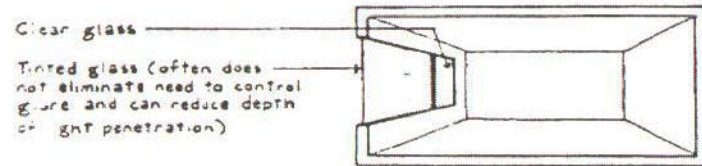
٥- شدة إضاءة المكان المحيط بمصدر الضوء.

وإذا كان بالمكان أكثر من مصدر إضاءة فتحسب قيمة الإبهار لكل مصدر على حدة ويكون الإبهار النهائى هو مجموع قيم الإبهار لكل الفتحات أو المصادر الضوئية.

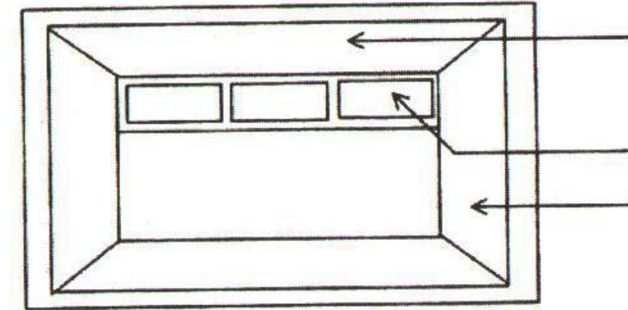
وتوضح الأشكال من (٣-١٨) إلى (٣-٢٠) أساليب تصميمية مختلفة لتلافى الإبهار عند فتحات الإضاءة.



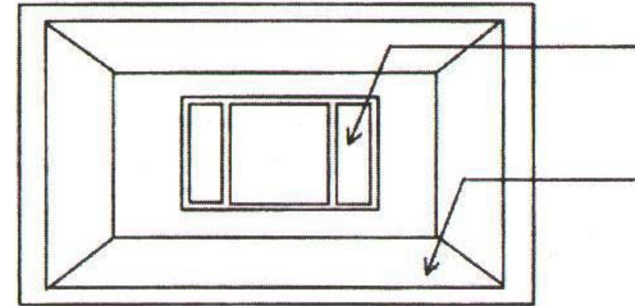
وجود فتحة الشباك فى وسط حائط من الطوب الزجاجى يعطى الأنطباع بالوجوم



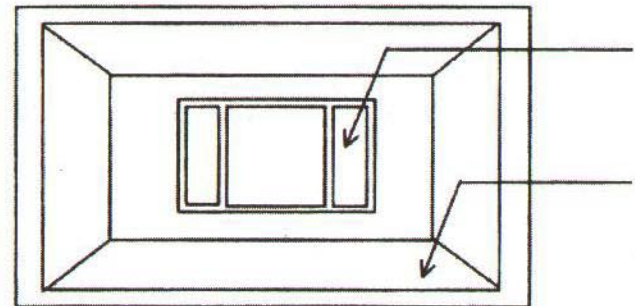
شكل (٣-١٨) الزجاج الملون لا يضمن عدم الزغللة ولذلك فالزجاج الشفاف أفضل



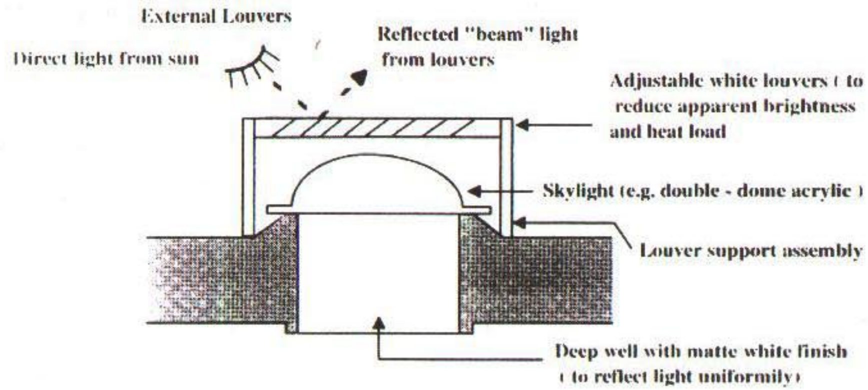
قرب الشباك من السقف يقلل الزغللة وينشر الضوء إلى العمق

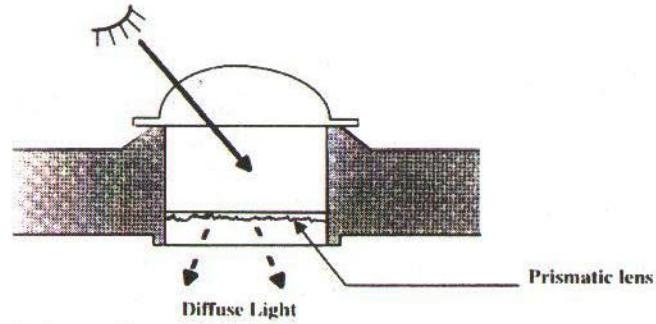


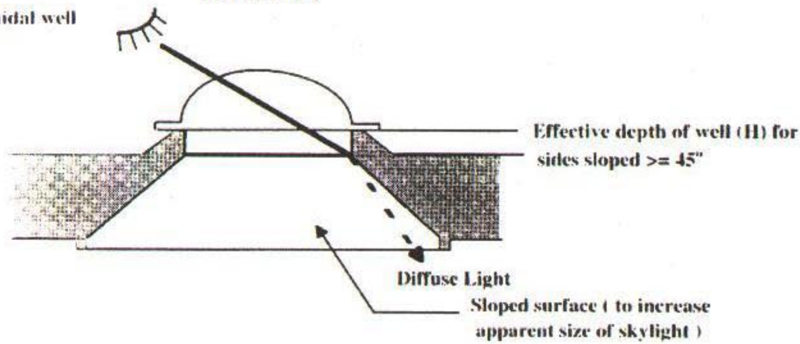
الشباك بعرض الحائط ويوزع الإضاءة بالتساوى بعرض الحجرة



شكل (٣-١٩) إن قرب الشباك من الحائط الجانبى يجعل هذا الحائط مصدرا ثانوياً للإضاءة







شكل (٣-٢٠) طرق إدخال الإضاءة من فتحة بالسقف بدون نفاذ أشعة الشمس

مع الاستفادة من انعكاس الأشعة الشمسية

٣-١٠ الرؤية:

تتكون صورة مقلوبة على شبكية العين بواسطة عدسة العين التى تتكيف لتغير قوتها إلى أن ترى الأشياء بوضوح تستطيع العين أن ترى الأشياء بوضوح من مسافة ٢٥سم حتى مدى البصر. والشبكية مؤلفة من خلايا عصبية للضوء تسمى المخاريط والقضبان لأنها تشبه هذه الأشكال.

ووظيفة المخاريط هى رؤية الألوان وعددها فى العين العادية حوالى ٧ ملايين وتتركز فى البقعة الصفراء وهى تعمل فى الضوء الشديد ولا ترى فى الظلام. أما القضبان فهى عاجزة عن تمييز الألوان وتعمل فى الضوء الخافت وتجعل الإنسان يرى الأشياء أبيض وأسود فقط وعدد هذه الخلايا حوالى ١٢٠ مليون وتختص بالرؤية ليلاً.

ويذكر هلمهولتز أن المخاريط التى بالشبكية تتكون من ثلاث مجموعات، كل مجموعة تختص بتمييز نوع واحد من الألوان وهى الأحمر أو الأخضر أو الأزرق ومن حاصل مزج الإحساس الثلاثى لهذه الألوان يستطيع الإنسان أن يميز جميع الألوان بما فيها اللون الأبيض. إلا أن بعض الناس ينقصهم كل أو بعض خاصية تمييز لون معين أو الألوان جميعها وهو ما يعرف بعمى الألوان.

ويستطيع الإنسان الرؤية المجسمة بواسطة العينين لأن كلا منهما ترى منظراً مختلفاً قليلاً عن الأخرى للمنظر الواحد ويترتب على ذلك أن المنظر لا يقع على الشبكيتين فى نفس النقطة فتتراكب الصورتان فى جزء المخ المسئول عن تفسير ما يراه الإنسان فيرى المنظر مجسماً.

ويلاحظ عندما تنطبع الصورة على الشبكية فأن هذا الانطباع يبقى لمدة ٠.١ من الثانية حتى ولو اختفى المنظر أما مجال رؤية العين فينقسم إل ثلاثة أقسام:

١- مجال الرؤية القريب وزاويته = ٣٠°.

٢- مجال الرؤية البعيد وزاويته = ١٣٠°.

٣- مجال الرؤية للمحيط وزاويته = ١٨٠°.

وخط النظر هو المنصف لهذه الزوايا

أما الرؤية المركزة فهى تكون على خط النظر بزاوية أقصاها ٣ درجات.

ولذلك عند تصميم مصادر الإضاءة فيجب إبعادها لزاوية ٤٥° من خط النظر حتى لا تسبب وهجا فى العين وزغللة فى الرؤية. ويحسب خط النظر على أساس الخط الذى تنظر العين فى اتجاهه معظم الوقت.

٣-١١ الألوان

الألوان لها دور كبير من الناحية النفسية والمزاجية لدى الإنسان والحيوان على حد سواء، وهناك أكثر من الدراسات فى هذا المجال والتى تصنف الألوان إلى ألوان باردة، وأخرى دافئة - ألوان مريحة للأعصاب، وأخرى منفرة - ألوان تعطى الاحساس بإرتفاع درجات الحرارة ، وأخرى تعطى أحساسا بالبرودة.

ومن الأهمية اختيار الألوان التى تتلاءم مع طبيعة المكان ووظيفته، وتعمل الألوان الفاتحة بداية من درجات الأبيض على عكس أشعة الشمس ويمكن أن يعكس اللون (الكريم) أكثر من ٦٠٪ وخاصة فى الأسقف بينما اللون الأبيض الشاهق يساعد على عملية الإبهار مما يسبب زغللة للعين، ويفضل زراعة المناطق المحيطة بالمبانى الصحراوية حتى تمتص نسبة كبيرة من أشعة الشمس الساقطة والمنعكسة. (جدول ٣-٦).

٣-١٢ الإضاءة الصناعية

يتم استخدام الإضاءة الصناعية فى حالتين: الأولى عندما تكون الإضاءة الطبيعة ضعيفة فى الأجزاء البعيدة عن الشبابيك وتحتاج إلى زيادة الإضاءة فى هذه الأماكن، و الحالة الثانية عندما تغرب الشمس ويبدأ الظلام.

والمطلوب لتصميم الإضاءة الصناعة معرفة نوع العمل الذى يتم فى المكان المطلوب إضاءته فإذا كان العمل يحتاج إلى دقة وتركيز بدون الوقوع فى خطأ تزداد شدة الإضاءة بعكس الأعمال الأخرى التى تحتاج إلى إضاءة أقل، أما إذا كان المكان للقراءة فيجب ألا يقل مستوى الإضاءة فى المكان عن ٣٠ قدم شمعة وإذا كان المكان للرسم تكون مستوى الإضاءة ٥٠ قدم شمعة وخلاف ذلك تتراوح شدة الإضاءة بين ١٠، ٢٠ قدم شمعة. هذا فى مجال الإسكان والتعليم أما فى المصانع والمستشفيات وبالأخص غرف العمليات فتصبح الإضاءة أعلى من ذلك بكثير. وهذا واضح فى الجدول رقم (٣-٨) الذى يحدد مستوى الإضاءة المطلوب لكل نشاط.

وتزداد الإضاءة على مستوى العمل فى الحالات الآتية:

اللون	معامل الانعكاس التقريبى ٪
أبيض	٨٣٪
رمادى	من ٤٤ إلى ٧٠٪
رمادى قاتم	١٩٪
عاجى أبيض	٨٠٪
عاجى	٦٣ إلى ٧١٪
لؤلؤ (رمادى)	٧٢٪
قمحى	٣٠ إلى ٥٠٪
بنى	٢٠ إلى ٤٠٪
بنى غامق للأرضية	١٠٪
أخضر	٢٠ إلى ٥٥٪
أخضر زيتونى	٢٠٪
أزرق سماوى	٥٥٪
أزرق	٢٧٪
أحمر	١٥ إلى ٤٠٪
أحمر وردى	٥٠ إلى ٧٠

جدول (٣-٥) القيم التقريبية (لأغراض التصميم) لبعض الألوان المستخدمة فى دهانات الأسطح الداخلية للمبانى

١- عندما تكون مصادر الضوء قريبة من مستوى العمل.

٢- عندما تكون ألوان الغرفة فاتحة بما فيها من مفروشات.

٣- عندما يكون مستوى الإضاءة جيد (أى تنظيف مصادر الضوء).

٤- عندما تقل أبعاد الغرفة.

ولذلك فلقد شمل تصميم الإضاءة الصناعية كل هذه المتغيرات بحيث تكون النتيجة هى الحصول على عدد وحدات الإضاءة المطلوبة لكل مكان حسب المنفعة التى تتم بداخله. ولحساب هذا العدد تجرى الخطوات:

١- حساب بعد مصدر الضوء عن مستوى العمل فإذا كان مصدر الضوء هو ضوء مباشر من المصباح تقاس المسافة من المصباح إلى مستوى العمل وإذا كانت الإضاءة غير مباشرة ومصدر الضوء يوجه إلى السقف أولاً يحسب بعد السقف عن مستوى العمل باعتباره هو مصدر الضوء.

٢- يحسب معامل الحجرة للإضاءة المباشرة كالتالى:-

$$\text{معامل إضاءة مباشرة للحجرة} = \frac{\text{بعد المصباح عن المستوى} \times (\text{طول الحجرة} + \text{عرض الحجرة})}{\text{طول الحجرة} \times \text{عرض الحجرة}}$$

٣- تحسب معامل الإضاءة غير المباشرة كالتالى:

$$\text{معامل إضاءة غير مباشرة للحجرة} = \frac{٢ \times \text{بعد السقف عن المستوى} \times (\text{طول الحجرة} + \text{عرض الحجرة})}{٣ \times \text{طول الحجرة} \times \text{عرض الحجرة}}$$

٤- إذا كان المصباح المستخدم يعطى الحالتين فى نفس الوقت أى يعطى نسبة من ضوئه إلى أعلى والنسبة الأخرى إلى أسفل ناحية مستوى العمل يكون معامل الحجرة للإضاءة المباشرة وغير المباشرة (أى المعامل الموزون) كالتالى:-

$$\text{المعامل الموزون} = \frac{\text{معامل الحجرة المباشر} \times \text{نسبة الضوء المباشر}}{\text{مجموع النسبتين}} + \frac{\text{معامل الحجرة غير المباشر} \times \text{نسبة ضوء غير المباشر}}{\text{مجموع النسبتين}}$$

٥- تحسب نسبة فجوة الغرفة كالتالى

$$\text{نسبة فجوة الغرفة} = \frac{١}{\text{معامل الغرفة}}$$

(معامل الغرفة هنا أحد ثلاث حالات: إما معامل الحجرة للإضاءة المباشرة أو معامل الحجرة للإضاءة غير المباشرة أو معامل الحجرة الموزون حسب الأحوال).

٦- لحساب عامل الانتفاع من الجدول الخاص بالمصباح المعين (جدول رقم ٣-٧) يتعين معرفة معامل انعكاس السقف ومعامل انعكاس الحوائط وبدلالة نسبة فجوة الغرفة (ن ف غ) وهذه العوامل يتحدد معامل الانتفاغ من الجدول الخاص بهذا المصباح.

٧- لحساب عدد المصابيح يتعين أولا معرفة عدد وحدات اللومن التى تخرج من المصباح من مواصفات المصباح ثم تحسب عدد المصابيح كالتالى:-

$$\text{عدد المصابيح} = \frac{\text{مستوى الضوء المطلوب بالقدم شمعة} \times \text{مساحة الغرفة بالقدم المربع}}{\text{عدد وحدات اللومن لكل مصباح} \times \text{عامل الأنتفاع} \times \text{عامل الصيانة}}$$

٨- توزع المصابيح بالتساوى على مسطح السقف وتتدلى من السقف حسب التصميم المفترض ولا تزيد المسافة بين كل مصباح عن المسافة بين المصباح وبين مستوى العمل ويمكن جعل المصابيح على شكل مجموعات من إثنين أو ثلاث أو أربع مصابيح.

% عامل الإنعكاس الفعال لفضاء السقف				٠	١٠			٣٠			٥٠			٧٠			٨٠		
% عامل الإنعكاس للحوائط				٠	١٠	٣٠	٥٠	١٠	٣٠	٥٠	١٠	٣٠	٥٠	١٠	٣٠	٥٠	١٠	٣٠	٥٠
نوع الوحدة	ص	ف/ل	ن ف ع	عامل الإنتفاع (CU)															
	٥	١.٥/١.٣	٠	٠ر٥٩	٠ر٦٠	٠ر٦٠	٠ر٦٠	٠ر٦٨	٠ر٦٨	٠ر٦٨	٠ر٧١	٠ر٧١	٠ر٧١	٠ر٧٧	٠ر٧٧	٠ر٧٧	٠ر٨٠	٠ر٨٠	٠ر٨٠
			١	٠ر٥٠	٠ر٥٣	٠ر٥٤	٠ر٥٥	٠ر٥٨	٠ر٥٨	٠ر٥٩	٠ر٦٠	٠ر٦٢	٠ر٦٤	٠ر٦٤	٠ر٦٨	٠ر٦٩	٠ر٦٦	٠ر٦٩	٠ر٧١
	%١١		٢	٠ر٤٤	٠ر٤٦	٠ر٤٨	٠ر٤٩	٠ر٤٩	٠ر٥١	٠ر٥٣	٠ر٥١	٠ر٥٤	٠ر٥٧	٠ر٥٤	٠ر٥٨	٠ر٦١	٠ر٥٨	٠ر٥٩	٠ر٦٤
			٣	٠ر٣٨	٠ر٤٠	٠ر٤٢	٠ر٤٥	٠ر٤٢	٠ر٤٥	٠ر٤٨	٠ر٤٥	٠ر٤٨	٠ر٥١	٠ر٤٧	٠ر٥٠	٠ر٥٥	٠ر٤٨	٠ر٥٢	٠ر٥٧
			٤	٠ر٣٤	٠ر٣٥	٠ر٣٨	٠ر٤١	٠ر٣٧	٠ر٤٠	٠ر٤٣	٠ر٣٩	٠ر٤٢	٠ر٤٦	٠ر٤٠	٠ر٤٤	٠ر٤٩	٠ر٤١	٠ر٤٨	٠ر٥١
			٥	٠ر٢٩	٠ر٣١	٠ر٢٣	٠ر٣٧	٠ر٣٢	٠ر٣٥	٠ر٣٩	٠ر٣٤	٠ر٣٧	٠ر٤١	٠ر٣٥	٠ر٣٩	٠ر٤٤	٠ر٣٨	٠ر٤٠	٠ر٤٦
			٦	٠ر٢٦	٠ر٢٧	٠ر٣٠	٠ر٣٣	٠ر٢٨	٠ر٣١	٠ر٣٥	٠ر٣٠	٠ر٣٣	٠ر٣٨	٠ر٣١	٠ر٣٥	٠ر٤٠	٠ر٣١	٠ر٣٥	٠ر٤١
	%٥٨		٧	٠ر٢٣	٠ر٢٤	٠ر٢٧	٠ر٣٠	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٣٢	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٣٤	٠ر٢٧	٠ر٣١	٠ر٣٨	٠ر٢٧	٠ر٣١	٠ر٣٧
			٨	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر٢٧	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٩	٠ر٢٢	٠ر٢٦	٠ر٣٠	٠ر٢٣	٠ر٢٧	٠ر٣٣	٠ر٢٤	٠ر٢٨	٠ر٣٣
			٩	٠ر١٧	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر٢٦	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر٢٧	٠ر٢٠	٠ر٢٤	٠ر٢٩	٠ر٢٠	٠ر٢٤	٠ر٣٠
			١٠	٠ر١٥	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢٢	٠ر١٦	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٥	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر٢٦	٠ر١٨	٠ر٢٢	٠ر٢٧
	٥	١.٣	٠	٠ر٣٧	٠ر٣٩	٠ر٣٩	٠ر٣٩	٠ر٤٢	٠ر٤٢	٠ر٤٢	٠ر٤٦	٠ر٤٦	٠ر٤٦	٠ر٥٠	٠ر٥٠	٠ر٥٠	٠ر٥٢	٠ر٥٢	٠ر٥٢
			١	٠ر٣٠	٠ر٣٢	٠ر٣٣	٠ر٣٤	٠ر٣٤	٠ر٣٥	٠ر٣٦	٠ر٣٧	٠ر٣٨	٠ر٤٠	٠ر٣٩	٠ر٤١	٠ر٤٣	٠ر٤١	٠ر٤٣	٠ر٤٥
	%٨		٢	٠ر٢٥	٠ر٢٦	٠ر٢٨	٠ر٢٩	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٠ر٣٢	٠ر٣٠	٠ر٣٢	٠ر٣٤	٠ر٣٢	٠ر٣٤	٠ر٣٧	٠ر٣٣	٠ر٣٥	٠ر٣٩
			٣	٠ر٢١	٠ر٢٢	٠ر٢٤	٠ر٢٦	٠ر٢٣	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٣٠	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٣٣	٠ر٢٧	٠ر٣٠	٠ر٣٤
			٤	٠ر١٨	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٣	٠ر٢٠	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر٢٧	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٩	٠ر٢٣	٠ر٢٦	٠ر٣٠
			٥	٠ر١٥	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢٠	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر١٨	٠ر٢٠	٠ر٢٣	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٥	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر٢٦
			٦	٠ر١٣	٠ر١٤	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر١٤	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر١٥	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر١٦	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر١٦	٠ر١٩	٠ر٢٣
	%٣٧		٧	٠ر١١	٠ر١٢	٠ر١٤	٠ر١٦	٠ر١٣	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر١٣	٠ر١٦	٠ر١٩	٠ر١٤	٠ر١٦	٠ر٢٠	٠ر١٤	٠ر١٧	٠ر٢١
			٨	٠ر٠٩	٠ر١٠	٠ر١٢	٠ر١٥	٠ر١١	٠ر١٣	٠ر١٦	٠ر١١	٠ر١٤	٠ر١٧	٠ر١٢	٠ر١٤	٠ر١٨	٠ر١٢	٠ر١٥	٠ر١٩
			٩	٠ر٠٨	٠ر٠٩	٠ر١١	٠ر١٣	٠ر٠٩	٠ر١١	٠ر١٤	٠ر١٠	٠ر١٢	٠ر١٥	٠ر١٠	٠ر١٣	٠ر١٦	٠ر١٠	٠ر١٣	٠ر١٧
			١٠	٠ر٠٧	٠ر٠٨	٠ر١٠	٠ر١٢	٠ر٠٨	٠ر١٠	٠ر١٣	٠ر٠٩	٠ر١١	٠ر١٤	٠ر٠٩	٠ر١١	٠ر١٥	٠ر٠٩	٠ر١٢	٠ر١٥
	٤	١.٠	٠	٠ر٤٥	٠ر٤٦	٠ر٤٦	٠ر٤٦	٠ر٤٨	٠ر٤٨	٠ر٤٨	٠ر٥١	٠ر٥١	٠ر٥١	٠ر٥٣	٠ر٥٣	٠ر٥٣	٠ر٥٤	٠ر٥٤	٠ر٥٤
			١	٠ر٤١	٠ر٤٢	٠ر٤٢	٠ر٤٣	٠ر٤٣	٠ر٤٤	٠ر٤٥	٠ر٤٤	٠ر٤٥	٠ر٤٦	٠ر٤٦	٠ر٤٣	٠ر٤٨	٠ر٤٦	٤٨	٠ر٤٩
	%٠		٢	٠ر٣٦	٠ر٣٧	٠ر٣٨	٠ر٣٩	٠ر٣٧	٠ر٣٩	٠ر٤٠	٠ر٣٨	٠ر٤٠	٠ر٤٢	٠ر٣٩	٠ر٤١	٠ر٤٣	٠ر٤٠	٠ر٤٢	٠ر٤٤
			٣	٠ر٣٢	٠ر٢٣	٠ر٣٤	٠ر٣٦	٠ر٣٣	٠ر٣٥	٠ر٣٧	٠ر٣٤	٠ر٣٦	٠ر٣٨	٠ر٣٤	٠ر٣٦	٠ر٣٩	٠ر٣٤	٠ر٣٧	٠ر٤٠
			٤	٠ر٢٨	٠ر٢٩	٠ر٣١	٠ر٣٣	٠ر٢٩	٠ر٣١	٠ر٣٤	٠ر٣٠	٠ر٣٢	٠ر٣٥	٠ر٣٠	٠ر٣٢	٠ر٣٦	٠ر٣٠	٠ر٣٣	٠ر٣٦
			٥	٠ر٢٥	٠ر٢٦	٠ر٢٧	٠ر٣٠	٠ر٢٦	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٠ر٢٦	٠ر٢٨	٠ر٣١	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٣٢	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٣٣
			٦	٠ر٢٢	٠ر٢٣	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٢٣	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٢٣	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٢٤	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٢٤	٠ر٢٦	٠ر٣٠
	%٤٦		٧	٠ر٢٠	٠ر٢١	٠ر٢٣	٠ر٢٥	٠ر٢١	٠ر٢٣	٠ر٢٦	٠ر٢١	٠ر٢٣	٠ر٢٦	٠ر٢١	٠ر٢٣	٠ر٢٧	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر٢٧
			٨	٠ر١٨	٠ر١٨	٠ر٢٠	٠ر٢٣	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر٢٣	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٥
			٩	٠ر١٦	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢٣
			١٠	٠ر١٤	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر٢١
	٤	١.٠	٠	٠ر٥٠	٠ر٥١	٠ر٥١	٠ر٥١	٠ر٥٣	٠ر٥٣	٠ر٥٣	٠ر٥٥	٠ر٥٥	٠ر٥٥	٠ر٥٨	٠ر٥٨	٠ر٥٨	٠ر٥٩	٠ر٥٩	٠ر٥٩
			١	٠ر٤٤	٠ر٤٥	٠ر٤٦	٠ر٤٧	٠ر٤٦	٠ر٤٧	٠ر٤٨	٠ر٤٨	٠ر٤٩	٠ر٥٠	٠ر٤٩	٠ر٥١	٠ر٥٢	٠ر٥٠	٠ر٥٢	٠ر٥٤
			٢	٠ر٣٩	٠ر٢٩	٠ر٤١	٠ر٤٢	٠ر٤٠	٠ر٤٢	٠ر٤٤	٠ر٤١	٠ر٤٣	٠ر٤٥	٠ر٤٢	٠ر٤٤	٠ر٤٧	٠ر٤٣	٠ر٤٥	٠ر٤٨
			٣	٠ر٣٤	٠ر٣٥	٠ر٣٧	٠ر٣٩	٠ر٣٦	٠ر٣٧	٠ر٣٦	٠ر٣٦	٠ر٣٨	٠ر٤١	٠ر٣٧	٠ر٣٩	٠ر٤٢	٠ر٣٧	٠ر٤٠	٠ر٤٣
	%٠		٤	٠ر٣٠	٠ر٣١	٠ر٣٣	٠ر٣٥	٠ر٣١	٠ر٣٣	٠ر٣٣	٠ر٣٢	٠ر٣٤	٠ر٣٧	٠ر٣٢	٠ر٣٥	٠ر٣٨	٠ر٣٢	٠ر٣٥	٠ر٣٩
			٥	٠ر٢٦	٠ر٢٧	٠ر٢٩	٠ر٣٢	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٠ر٣٠	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٠ر٣٤	٠ر٢٨	٠ر٣١	٠ر٣٥	٠ر٢٨	٠ر٣١	٠ر٣٥
			٦	٠ر٢٣	٠ر٢٤	٠ر٢٦	٠ر٢٩	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٢٧	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٣١	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٣٢	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٣٢
			٧	٠ر٢١	٠ر٢٢	٠ر٢٤	٠ر٢٧	٠ر٢٢	٠ر٢٤	٠ر٢٥	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٩	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٩
			٨	٠ر١٨	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر٢٤	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر٢٣	٠ر٢٠	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٠	٠ر٢٢	٠ر٢٦	٠ر٢٠	٠ر٢٢	٠ر٢٠
	%٥٠		٩	٠ر١٦	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر١٧	٠ر١٩	٠ر٢١	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٣	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٤	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٤
			١٠	٠ر١٥	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر١٥	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢١	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢٢	٠ر١٦	٠ر١٨	٠ر٢٢
	٥	١.٥/١.٣	٠	٠ر٦٠	٠ر٦١	٠ر٦١	٠ر٦١	٠ر٦٤	٠ر٦٤	٠ر٦٤	٠ر٦٧	٠ر٦٧	٠ر٦٧	٠ر٧٠	٠ر٧٠	٠ر٧٠	٠ر٧٢	٠ر٧٢	٠ر٧٢
			١	٠ر٥١	٠ر٥٢	٠ر٥٤	٠ر٥٥	٠ر٥٤	٠ر٥٨	٠ر٥٧	٠ر٥٦	٠ر٥٨	٠ر٦٠	٠ر٥٨	٠ر٦٠	٠ر٦٢	٠ر٥٩	٠ر٦١	٠ر٦٤
			٢	٠ر٤٣	٠ر٤٤	٠ر٤٦	٠ر٤٨	٠ر٤٦	٠ر٤٨	٠ر٥٠	٠ر٤٧	٠ر٤٩	٠ر٥٢	٠ر٤٨	٠ر٥١	٠ر٥٥	٠ر٤٩	٠ر٥٢	٠ر٥٦
	%١		٣	٠ر٣٧	٠ر٣٨	٠ر٤١	٠ر٤٣	٠ر٣٩	٠ر٤٢	٠ر٤٥	٠ر٤٠	٠ر٤٣	٠ر٤٧	٠ر٤١	٠ر٤٤	٠ر٤٩	٠ر٤١	٠ر٤٥	٠ر٥٠
			٤	٠ر٣٢	٠ر٣٣	٠ر٣٦	٠ر٣٩	٠ر٣٣	٠ر٣٦	٠ر٤٠	٠ر٣٤	٠ر٣٧	٠ر٤٢	٠ر٣٥	٠ر٣٨	٠ر٤٣	٠ر٣٥	٠ر٣٩	٠ر٤٤
			٥	٠ر٢٧	٠ر٢٨	٠ر٣١	٠ر٣١	٠ر٢٩	٠ر٣٢	٠ر٣٦	٠ر٢٩	٠ر٣٢	٠ر٣٧	٠ر٢٠	٠ر٣٣	٠ر٣٨	٠ر٣٠	٠ر٣٤	٠ر٣٩
			٦	٠ر٢٣	٠ر٢٥	٠ر٢٧	٠ر٣١	٠ر٢٥	٠ر٢٨	٠ر٣٢	٠ر٢٥	٠ر٢٩	٠ر٣٣	٠ر٢٥	٠ر٢٩	٠ر٣٤	٠ر٢٦	٠ر٣٠	٠ر٢٥
	%٦٠		٧	٠ر٢٠	٠ر٢٢	٠ر٢٤	٠ر٢٨	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٢٩	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر٣٠	٠ر٢٢	٠ر٢٦	٠ر٣١	٠ر٢٢	٠ر٢٦	٠ر٣١
			٨	٠ر١٨	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر٢٥	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر٢٦	٠ر١٩	٠ر٢٢	٠ر٢٧	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر٢٨	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر٢٨
			٩	٠ر١٥	٠ر١٦	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر١٦	٠ر١٩	٠ر٢٣	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٤	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٥	٠ر١٧	٠ر٢٠	٠ر٢٥
			١٠	٠ر١٣	٠ر١٤	٠ر١٧	٠ر٢١	٠ر١٥	٠ر١٧	٠ر٢١	٠ر١٥	٠ر١٨	٠ر٢٢	٠ر١٥	٠ر١٨	٠ر٢٣	٠ر١٥	٠ر١٨	٠ر٢٣

جدول (٣-٨) نموذج لجدول المصابيح

النشاط	النصوع	
	لاكس	قدم/شمعه
الأبنية العامة		
الممرات وأماكن الحركة	١٠٠	١٠
دورات المياه وغرف الأمانات وخلع الملابس	١٠٠	١٠
المخازن والمستودعات	١٠٠	١٠
السلالم والسلالم المتحركة	١٥٠	١٥
ورش التجميع		
الأعمال الخشنة وتجميع الآلات الضخمة	٣٠٠	٣٠
تجميع الآلات المتوسطة والسيارات	٥٠٠	٥٠
الأعمال الدقيقة والآلات الكهربية	٧٥٠	٧٥
الأجهزة الحساسة وأجهزة القياس	١٥٠٠	١٥٠
الصناعات الكيماوية وصناعات البلاستيك والمطاط		
العمليات الذاتية (الأتوماتيكية)	١٥٠	١٥
الأماكن الداخلية العامة	٣٠٠	٣٠
غرف التحكم والمعامل والمختبرات	٥٠٠	٥٠
صناعات الأدوية	٥٠٠	٥٠
صناعات المطاط وإطارات السيارات	٥٠٠	٥٠
غرف الفحص والاختبار والتفتيش	٧٥٠	٧٥
غرف تناسق وتطابق واختبار الألوان	١٠٠٠	١٠٠
صناعات الملابس		
أماكن الخياطة والتفصيل	٧٥٠	٧٥
غرف الفحص والتفتيش	١٠٠٠	١٠٠

جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

النشاط	النـــوع	
	لاكـــس	قدم/شمعه
صناعة الجلود		
أماكن العمل العامة	٣٠٠	٢٠
كبس وقطع وخياطة الأحذية	٧٥٠	٧٥
غرف الألوان والتفتيش والتصنيف والتحكم	١٠٠٠	١٠٠
ورش الآلات		
حدادة الأجزاء الصغيرة	٢٠٠	٢٠
مناضد الأعمال الخشنة والآلات وأعمال اللحام	٣٠٠	٣٠
مناضد الأعمال المتوسطة	٥٠٠	٥٠
مناضد الأعمال الدقيقة والاختبار والفحص والتفتيش	٧٥٠	٧٥
أماكن الأعمال متناهية الدقة والقياس وفحص الأجزاء الدقيقة	١٥٠٠	١٥٠
ورش الطلاء والرش والدهان		
الغمر والرش الخشن	٥٠٠	٥٠
أعمال الطلاء والرش العادى	٧٥٠	٧٥
التشطيب والطلاء الدقيق والتلميع والألوان	١٠٠٠	١٠٠
صناعة الورق		
العمليات الذاتية	٢٠٠	٢٠
فرد ولف الورق	٣٠٠	٣٠
التفتيش والتصنيف	٥٠٠	٥٠
أعمال الطباعة والتغليف		
غرف الآلات والطباعة	٥٠٠	٥٠
تغليف الكتب	٥٠٠	٥٠
غرف القراءة والمراجعة	٧٥٠	٧٥
أعمال طباعة الألوان	١٥٠٠	١٥٠

تابع جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

النشاط	النـــوع	
	لاكـــس	قدم/شمعه
الحفر على النحاس والصلب	٢٠٠٠	٢٠٠
صناعة النسيج		
غرف فتح البالات	٢٠٠	٢٠
غرف التمشيط	٣٠٠	٣٠
العزل واللف والصباغة والبكرات	٥٠٠	٥٠
الغزل الدقيق والنسيج	٧٥٠	٧٥
الخياطة والتشطيب والفحص	١٠٠٠	١٠٠
صناعات الأخشاب والأثاث		
المنشار	٢٠٠	٢٠
أعمال التجميع والعمل على النضد	٣٠٠	٣٠
آلات تشكيل الأخشاب	٥٠٠	٥٠
التشطيب	٧٥٠	٧٥
التفتيش النهائى ومراقبة الجودة	١٠٠٠	١٠٠
المكاتب		
الأرشيف	٢٠٠	٢٠
غرف الاجتماعات	٣٠٠	٣٠
المكاتب العامة بالآلات كاتبه وأجهزة كمبيوتر وغرف الكمبيوتر	٥٠٠	٥٠
المكاتب المفتوحة شاسعة المساحة	٧٥٠	٧٥
مكاتب الرسم	١٠٠٠	١٠٠
المدارس		
الورش والمكتبات وغرف القراءة	٣٠٠	٣٠
الفصول والمدرجات والمعامل وغرف الهوايات الفنية	٥٠٠	٥٠

تابع جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

النشاط	النـــوع	
	لاكـــس	قدم/شمعه
المحلات والمتاجر		
محلات تقليدية	٣٠٠	٣٠
محلات الخدمة الذاتية وغرف العرض	٥٠٠	٥٠
المتاجر الكبيرة والسوبر ماركت	٧٥٠	٧٥
الأبنية العامة		
قاعات مشاهدة السينما	٥٠	٥
الردهات والمداخل في السينما	١٥٠	١٥
قاعات مشاهدة المسرح	١٠٠	١٠
الردهات والمداخل فى المسرح	٢٠٠	٢٠
المعارض والمتاحف (معروضات حساسة للضوء)	١٥٠	١٥
المعارض والمتاحف (معروضات غير حساسة للضوء)	٣٠٠	٣٠
المنازل		
غرف النوم (إضاءة عامة)	٥٠	٥
غرف النوم (إضاءة موجهة)	٢٠٠	٢٠
الحمامات (إضاءة عامة)	١٠٠	١٠
الحلاقة والزينة	٥٠٠	٥٠
غرف المعيشة (إضاءة عامة)	١٠٠	١٠
غرف المعيشة (قراءة - خياطه)	٥٠٠	٥٠
السلالم	١٠٠	١٠
المطابخ (إضاءة عامة)	٣٠٠	٣٠
المطابخ (أماكن العمل)	٥٠٠	٥٠

تابع جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

النشاط	النـــوع	
	لاكـــس	قدم/شمعه
الصناعات الكهربية		
صناعات الكابلات	٣٠٠	٣٠
لف الملفات (أحجام متوسطة)	٥٠٠	٥٠
تجميع أجهزة التليفون والراديو والتلفزيون	١٠٠٠	١٠٠
الاختبار والضبط	١٠٠٠	١٠٠
تجميع الأجزاء فائقة الدقة والمكونات الإلكترونية	١٥٠٠	١٥٠
صناعة الأغذية		
العمليات الذاتية (الأتوماتيكية)	٢٠٠	٢٠
مناطق العمل العامة	٣٠٠	٣٠
التزيين اليدوى والتفتيش	٥٠٠	٥٠
سباكة المعادن		
الأماكن العامة	٢٠٠	٢٠
الصب الخشن (غير الدقيق) والأعمال المماثلة	٣٠٠	٣٠
الصب الأملس (الدقيق) والأعمال المماثلة والتفتيش	٥٠٠	٥٠
صناعة الزجاج و الفخار		
غرف الأفران	١٥٠	١٥
غرف الخلط والتشكيل والصب وغرف القمائن	٣٠٠	٣٠
التجهيز والطلاء والتلميع	٣٠٠	٣٠
آلات الحفر والنقش	٥٠٠	٥٠
أماكن الحفر والنقش اليدوى	٧٥٠	٧٥
صناعات الحديد والصلب		
محطات الإنتاج كاملة الذاتية	٥٠	٥
محطات الإنتاج نصف الذاتية	٢٠٠	٢٠
محطات وأماكن يعمل فيها الأفراد	٣٠٠	٣٠
منصات التحكم والتفتيش	٥٠٠	٥٠

تابع جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

النشاط	النصـــوع	
	لاكـــس	قدم/شمعه
الفنادق والمطاعم		
غرف الطعام	٢٠٠	٢٠
غرف الضيافة والحمامات (إضاءة عامة)	١٠٠	١٠
غرف الضيافة والحمامات (إضاءة موجهة)	٣٠٠	٣٠
المداخل والردهات وغرف الاجتماعات	٣٠٠	٣٠
المطاعم	٥٠٠	٥٠
المستشفيات		
الردهات:		
– بالليل	٥٠	٥
– فى ضوء النهار	٢٠٠	٢٠
الأجنحة :		
– الممرات بالليل	١٠	١
– المشاهدة بالليل	٥٠	٥
– إضاءة عامة	١٥٠	١٥
– الفحص البسيط والقراءة (إضاءة عامة)	٣٠٠	٣٠
غرف الكشف :		
– إضاءة عامة	٥٠٠	٥٠
– إضاءة موجهة	١٠٠٠	١٠٠
العـــلاج المركز		
– الفراش	٥٠	٥
الملاحظة	٧٥٠	٧٥
– غرف التجهيز للعمليات	٥٠٠	٥٠

تابع جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

النشاط	النصـــوع	
	لاكس	قدم/شمعه
غرف العمليات :		
– إضاءة عامة	١٠٠٠	١٠٠
– إضاءة موجهة	١٠٠٠٠	١٠٠٠
غرف التشريح :		
– إضاءة عامة	٧٥٠	٧٥
– إضاءة موجهة	٥٠٠٠	٥٠٠
المعامل والصيدلة :		
– إضاءة عامة	٧٥٠	٧٥
– إضاءة موجهة	١٠٠٠	١٠٠
غرف الاستشارة :		
– إضاءة عامة	٥٠٠	٥٠
– إضاءة موجهة	٧٥٠	٧٥

تابع جدول (٣-٧) شدة الاضاءة الصحية اللازمة للاستعمالات المختلفة

المراجـــع

- Egan, M. David' Concepts in Architectural Lighting, Mc Graw - Hill Book Company New York, N.Y.

- Evans, Benjamin H. AIA' Daylighting in Architecture, Architectural

Record Books, Mc Graw-Hill, Book Company New York N.Y.1981.

- Koenigsberger al; Manual of Tropical Housing and Building, Part one, Climatic Design, Longman group Limited, London1974.

- Youssef, Wagih Fawzi; Natural Lighting and Libraries, Dessertation, University of Pennsylvania, U.S.A1979.

– د/ شفق العوضي الوكيل، د/ محمد عبد الله سراج، **المناخ والعمارة المناطق الحارة**، القاهرة أغسطس ١٩٨٥.

– د/ محمد عبد الفتاح عيد، **الإنارة لطلبة العمارة**، جامعة الملك سعود – الرياض – المملكة العربية السعودية ١٤١٣ هـ (١٩٩٢م).

٤
التهوية الطبيعية وجودة الهواء

٤

التهوية الطبيعية وجودة الهواء

٤- التهوية الطبيعية وجودة الهواء

ظهرت الحاجة منذ منتصف السبعينات إلى التقليل من الطاقة المستخدمة فى المبانى فى عمليات التسخين والتبريد على مستوى العالم، وهذه الطاقة تمثل نسبة كبيرة من استهلاكات الطاقة فى كثير من بلاد العالم ولذلك اتخذت بعض الاحتياطات لتقليل استهلاك الطاقة من بينها التقليل من سريان الحرارة خلال الغلاف الخاص للمبنى وذلك بزيادة إضافة مواد العزل الحرارى أما الشق الآخر الذى يسهم فى انتقال الحرارة فهو التهوية الطبيعية من وإلى المبنى

ولقد صاحب الاتجاه نحو تقليل معدلات تهوية المبانى ظهور مشاكل صحية كثيرة تمثلت فى الإحساس بفساد الهواء والتهابات الأغشية المخاطية والصداع والبلادة. وكان من المعروف أن الملوثات الداخلية فى المبانى سببها هم الأفراد مستعملى المبنى الداخلى إلا أن الدراسات الحديثة أثبتت أن هناك أسباباً أخرى لتلوث الهواء الداخلى منها مواد البناء والأثاث وحتى نظم التهوية نفسها. لذلك يوصى بتوفير تهويه طبيعية من الهواء الخارجى إلى الهواء الداخلى لتخفيف حدة التلوث الناتج عن استعمال الأفراد، مثل التدخين إلى درجات تركيز مناسبه. وحيث إن الإنسان يمكث أكثر من ٩٠٪ من الوقت فى بيئة داخلية (مسكن - مكتب - مصنع - مبانى ترفيهية وسائل مواصلات.) فإن توفير هواء من الخارج غير ملوث أصبح ضرورة لازمة.

٤-١ دور التهوية الطبيعية فى المبانى

تلعب التهوية الطبيعية ثلاثة أدوار مهمة فى المبانى:

٤-١-١ التهوية من أجل تحقيق جودة الهواء أى المحافظة على حد أدنى من الجودة عن طريق تغيير حجم من الهواء داخل المبنى واستبداله بهواء نقى متجدد من الخارج وهذا ما يسمى(Health Ventilation) ويتمثل فى:

أ- توفير الكمية المطلوبة من الأوكسجين للتنفس وللعمليات الحيوية فالإنسان يحتاج من ٠.٠٠١ إلى ٠.٠٩ لتر / ثانية تبعاً لمعدل التمثيل الغذائى

ب- تخفيف التركيز الغازى لتجنب تجاوز الحد الأقصى المسموح به لتركيز ثانى أكسيد الكربون والروائح والأبخرة.

جـ- التحكم فى تركيز جسيمات الملوثات فى الهواء الداخلى بإضافة هواء خارجي أقل تركيزاً.

د- التحكم فى الرطوبة النسبية للهواء الداخلى

٤-١-٢ التهوية من أجل تحقيق الراحة الحرارية وذلك بزيادة الفقد الحرارى من جسم الإنسان والمساعدة على التخلص من الرطوبة الموجودة على البشرة نتيجة العرق وهذا ما يسمى التهوية بغرض الراحة الحرارية Ventilation for Thermal Comfort ويتمثل ذلك فى زيادة حركة الهواء وتوزيعه توزيعاً مناسباً لتحقيق الراحة الحرارية للقاطنين وكذلك التحكم فى الرطوبة النسبية للهواء الداخلى

٤-١-٣ التهوية من أجل تبريد المبنى وذلك عندما تكون درجة الحرارة الداخلية أعلى من درجة الحرارة الخارجية وهذا ما يسمى Ventilation for Structural Cooling

٢-٤ ملوثات البيئة الداخلية فى المبانى

طبقاً لتصنيف الجمعية الأمريكية لمهندسي التسخين والتبريد وتكييف الهواء (ASHRAE) فإنه قد تم إدراج أهم ملوثات البيئة الداخلية فى جدول رقم (٤-١) وأمام كل منها نسبة التلوث المقبولة للتعرض على المدى القصير وعلى المدى البعيد.

الملـــوث	المدى البعيد		المدى القصير	
	نسبة التلوث ميكرو جرام /م٣	زمن التعرض (سنة)	نسبة التلوث ميكرو جرام /م٣	زمن التعرض (ساعة)
ثانى أكسيد الكبريت	٨٠	١	٣٦٥	٢٤
شوائب	٧٥	١	٢٦٠	٢٤
أول أكسيد الكربون	–	–	١٠٠٠٠	٨
أوزون	–	–	٢٣٥	١
هيدروكربون	–	–	١٦٠	٣
فرومالدهيد	–	–	–	–
ثانى أكسيد النتروجين	١٠٠	١	–	–
أكسيد النتريك	–	–	–	–
أمونيا	٥٠٠		٧٠٠٠	–
إسيتون	٧٠٠٠	٢٤ ساعة	٢٤٠٠٠	٠.٥
ديكلورويثين	٢٠٠٠	٢٤ ساعة	٦٠٠٠	٠.٥
إستيل إستيت	١٤٠٠٠	٢٤ ساعة	٤٢٠٠٠	٠.٥
تركلوربثلين	٢٠٠٠	١	١٦٠٠٠	٠.٥
زئبق	٢	٢٤ ساعة	–	–
رصاص	١.٥	٠.٢٥	–	–
رادون	٠.٠١٥	١	–	–

جدول (٤-١) ملوثات الهواء والنسب المقبولة للتعرض

(أ) الروائح

مرتبطة بإشغال المكان وأنشطة الطبخ والحمامات ويكون تأثيرها أساساً على راحة الإنسان (وليس على الصحة العامة) ويمكن لحاسة الشم عند الإنسان إدراك تركيزات منخفضة جداً من الروائح، ولكن إحساس الإنسان بالرائحة يقل إذا ظل لمدة طويلة فى

نفس المكان الملوث. وتنبعث من الجسم روائح مقبولة بواسطة إدخال هواء خارجي إلى الفراغ الداخلى وبالنسبة لروائح الجسم فإن المطلب لإدخال الهواء الخارجى يتوقف على كثافة الإشغال ففى الفراغات التى يكون نصيب الفرد فيها ٦م٣ مثلاً يحتاج الشخص إلى معدل تهوية من الخارج ٨ لتر/ث للمحافظة على تركيز مقبول للرائحة

(ب) ثانى أكسيد الكربون :

يرتبط معدل إنتاج ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عملية التنفس بمعدل التمثيل الغذائى كالآتى :

معدل إنتاج أكسيد الكربون (لتر / ثانية) =

$$\frac{٤\times ١٠^{-٥} \times \text{معدل التمثيل الغذائى (وات /م٢)}}{\text{مساحة الجسم (م٢)}}$$

وفى حالة الشخص البالغ فى حالة السكون يكون معدل التمثيل الغذائى ٧٠وات /م٢ ومساحة الجسم تقريباً ١٫٨ م٢

ويكون إنتاج ثانى أكسيد الكربون = ٠٠٥رلتر / ث أى ١٨ لتر / ساعة

ويمثل ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عملية التنفس ٤ر٤٪ من حجم هواء الزفير

ويبلغ أقصى تركيز مسموح به لثانى أكسيد الكربون لمدة ٨ ساعات إشغال ٠.٥٪ وعليه فإن معدلات التهوية المطـــلوبة للمحافظة على هذه النسبة على اختلاف معدلات التمثيل الغذائى تظهر فى جدول رقم (٤-٢).

النشاط (بالغون ذكور)	معدل التمثيل الغذائى (وات)	المعدل المطلوب للمحافظة على ثانى أكسيد الكربون بتركيز ٠,٥٪ بفرض أن تركيزه فى الهواء الخارجى ٠٤ر٠٪ لتر / ثانية
جلوس	١٠٠	٠.٨
عمل خفيف	١٦٠- ٣٢٠	١.٣٠ - ٢.٦
عمل متوسط	٣٢٠- ٤٨٠	٢.٦ -٣.٩
عمل شاق	٤٨٠ - ٦٥٠	٣.٩ - ٥.٣
عمل شاق جداً	٦٥٠ - ٨٠٠	٥.٣ - ٦.٤

جدول (٤-٢) معدلات التهوية المطلوبة للتنفس

استعمال المبنى	الهواء الخارجي (متر٣/الساعة/شخص)
المبانى السكنية : أماكن المعيشة ،غرف النوم - غرف الخدمات - المطابخ - الحمامات - دورات المياه	١٢ - ١٧ ٥٠ -٨٥
الأماكن التجارية :الاستراحات العامة ، أدوار البيع ، المخازن ، المكتبات العامة المدارس	١٧ - ٢٥
الفنادق : غرف النوم ، الأبهاء غرف الاجتماعات الصغيرة غرف الاجتماعات الكبيرة	١٧ - ٢٥ ٤٢ - ٥٠ ٣٤ - ٤٢
المساجد	١٢ - ١٧
المكاتب : فراغات المكاتب العامة غرف الاجتماعات غرف الأنتظار غرف الحاسب الآلى	٢٥ - ٤٢ ٥٠ - ٧٠ ٢٥ - ٣٤ ١٢ - ١٧
المطاعم	٢٥ - ٣٥
غرف الشخصيات المهمة	٤٢ - ٥٠
المستشفيات : الردهات غرف النوم - الأجنحة	 ٤٢ - ٥٠ ٢٥ - ٣٥

جدول رقم (٤-٣) متطلبات التهوية للأشخاص

نوع التطبيق	صيفاً			شتاء			دو ترطيب مقاسه بميزان جاف
	درجة الحرارة	الرطوبة النسبية	التذبذب فى درجة الحرارة سم٥	درجة الحرارة م٥	الرطوبة النسبية	التذبذب فى درجة	
WOMJ ˙ v V UJ*˙ < ˇUMH ˙	٢٤ – ٢٥	٤٥ – ٥٠	٢٤ – ٢٥	١–٢	٢٥ – ٤٥	–٢	٢٤ – ٢٥
˙UOHA *˙ W e d*˙ Æ UB*˙ < W (˙ ˙U u qOL ˙ ˙U	٢٥ – ٢٦	٥٠ – ٥٥	١ر٥	٢٢ – ٢٤	٣٥ – ٤٥	–٢	٢٤
˙U UL ˙ ˙ <r UD*˙ < b ˙ UB ˙	٢٥ – ٢٦	٥٠ – ٥٥	١ر٥	٢٢ – ٢٤	٤٠ – ٥٠	–٢	٢٣–٢٤
d UH ˙ oIA WLN*˙ ˙UOB A	٢٣ – ٢٤	٤٥–٥٠	١–٢	٢٤–٢٥	٣٥ – ٤٥	–٢	٢٤

جدول رقم (٤-٤) درجات الحرارة داخل الأماكن المكيفة

٤-٣ الطرق الحسابية لتقدير مقدار التهوية الطبيعية المطلوبة

هناك طريقتان لتقدير حجم التهوية الطبيعية المطلوبة فى المبانى وتسمى الطريقة الأولى بطريقة تغيير حجم هواء الحجرة أو المنشأ فى الساعة Air Change Method والطريقة الثانية تسمى بطريقة الشقوق Crack Meth od وهى كالتالى:

أ- طريقة تغيير حجم هواء الحجرة فى الساعة Air Change Method

يمكن حساب معدل التدفق الحرارى بالتهوية الطبيعية بالعلاقة التالية :-

$$Q_v = a\ C_{pa}\ V \Delta T = 1200\ V \Delta T$$

حيث أن

V حجم هواء الحجرة، م٣.

a كثافة الهواء = ٢ر١ كجم/م٣

C_{Pa} الحرارة النوعية للهواء، ١٠٠٠ جول/كجم. سْ

ΔT الفرق بين درجتى حرارة الهواء الداخلى والهواء الخارجى المظلل

ويمكن كتابة العلاقة السابقة بدلالة تغيير حجم هواء الحجرة فى الساعة كالآتى :

$$Qv = \frac{1200}{3600}\ n\ V\ \Delta\ T = 2.3\ nV\ D\ T = C_V\ \Delta\ T$$

حيث أن

C_V معامل التهوية الطبيعية (وات/سْ)

n معدل تغيير حجم الهواء فى الساعة، ساعة -١

بحيث تكون

$$Cv = \frac{1}{3}\ n\ V$$

ويمكن تقدير قيمة عدد مرات تغيير حجم هواء الحجرة من العلاقة التالية :

للنوافذ المغلقة $n = 0.49 + .09 \times V_w$

للنوافذ المفتوحة $n = 1.03 + 0.29 \times V^2_w$

(ب) طريقة الشقوق Crack Method

بزيادة سرعة الرياح فى الموقع يزداد معدل التسرب الحرارى من خلال الشقوق أو الفتحات مما يؤثر على أحمال التبريد أو التدفئة . يمكن تقدير حجم التسرب بالتهوية الطبيعية فى حالة وجود فتحات متوازية متقابلة رأسية على ارتفاعات مختلفة وذلك بتقدير معدل تدفق الهواء من العلاقات التالية :

(١) فى حالة الفتحات المتوازية Parallel opening

$$m_v = 0.827\ \ \Sigma\ A\ (\Delta P)^{1/2}$$

(٢) فى حالة الفتحات المتصلة **Series opening**

$$m_v = 0.827 \left\{ \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 + A_2^2}} \right\} (\Delta P)^{1/2}$$

حيث يمكن حساب فرق الضغط بالنسبة للحالة الأولى من :

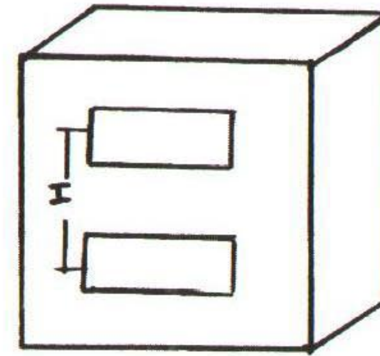
$$\Delta P = {}^1/_2\, \rho_a\, Cpa\, {}^2V_w$$

وكذلك يمكن حساب فرق الضغط بالنسبة للحالة الثانية من :

$$\Delta P = 3462\, H\, (Tao^{-1} - Tai^{-1})$$

حيث أن H هو البعد بين الفتحات أو طول المدخنة

ρ_a	كثافة الهواء	كجم/م٣
Cpa	الحرارة النوعية للهواء	جول/كجم.سْ
V_w	سرعة الرياح بالموقع	م/ث



شكل (٤-١) فتحتان فى حائط واحد والمسافة الرأسية بينهما (H)

٤-٤ الوسائل الطبيعية المختلفة للتحكم فى حركة الهواء

تعتبر حركة الهواء واحدة من عناصر المناخ التى تؤثر على التصميم والتشكيل للمبانى والفراغات، لذلك على المخطط والمعمارى الاهتمام بدراسة حركة الهواء حول المبانى وداخلها، والتعرف على الوسائل المختلفة للتحكم فيها بالتصميم البيئى للفراغات الخارجية والتصميم الداخلى لتوفير الظروف المريحة للإنسان.

٤-٤-١ تهوية الموقع

يتحرك الهواء من مكان إلى آخر عن طريق :

١- أختلاف الضغط الإيروديناميكى

٢- فرق الضغط نظراً لاختلاف درجات حرارة الهواء

لذا يمكن التحكم فى توجيه حركة الهواء داخل الفراغات العمرانية باستخدام أحد خصائص تلك الطريقتين

٤-٤-١-١ التهوية باستخدام الخصائص الأيروديناميكية للتشكيلات المعمارية

يتحرك الهواء حول المبانى مكوناً مناطق ضغط مرتفع ومناطق ضغط منخفض شكل رقم (٤-٢) حيث يتحرك الهواء دائما من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، وتعتبر مناطق الضغط المرتفع التى تتميز بحالة ضغط ثابتة أو شبه ثابته مصدراً لكمية كبيرة من الكتل الهوائية والتى تبقى لفترة طويلة تحت ظروف ثابتة نسبياً فتكتسب خصائص متجانسة تقريباً تبعاً بطبيعة سطح الأرض الملامس لهذه الكتلة الهوائية. ومن العوامل الرئيسية التى تؤثر بصفة عامة على حركة الرياح، فرق الضغط الجوى وخشونة سطح الأرض والتضاريس وتجمعات الأشجار والغابات.

٤-٤-١-٢ تأثير التشكيل المعمارى وأشكال المبانى على حركة الهواء حولها:

بدراسة حركة الهواء حول المبانى المنفردة، وجد أن المناطق التى تقع فى ظل الرياح

تكون سرعة الهواء فيها أقل ويزداد ضغط الهواء على سطح المبنى المواجه لاتجاه حركة الهواء. وهذه المنطقة يتوقف طولها على نسب المبنى والتغيير فى اتجاه وسرعة الهواء والشكل رقم (٤-٣) يوضح طول منطقة ظل الرياح فى حالة سطح مستوى وحالة تغير شكل السطح للمبنى مع ثبات سرعة الرياح واتجاهها.

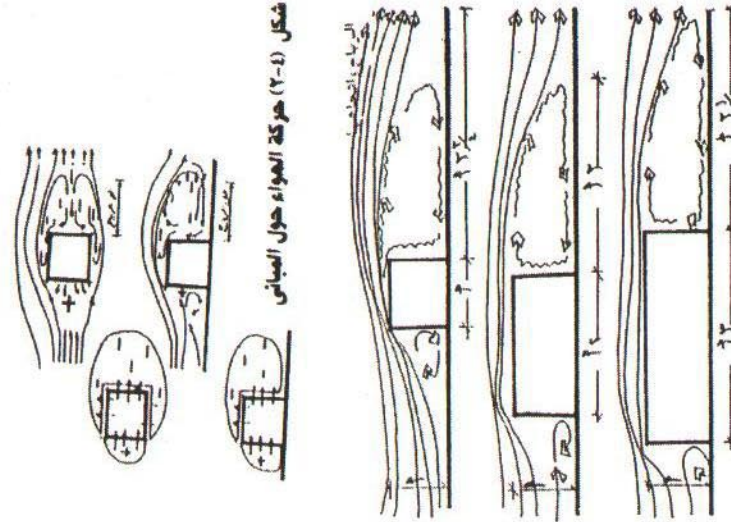
ويؤثر التشكيل العام للمبانى والتجمعات السكنية فى تشكيل حركة الهواء داخل الفراغات وبين مجموعات المبانى شكل (٤-٤) حيث إن شكل وارتفاع المبانى يغير من اتجاه حركة الهواء ومناطق تكوين ظل الرياح والمسارات التى يسلكها الهواء حول المبانى داخل الكتلة العمرانية، فعند تصميم المواقع للمجموعات السكنية يراعى وضع البلكونات بطريقة تؤدى إلى تمتع جميع المبانى بالرياح السائدة، وبحيث لا تؤثر مناطق الظل فى التهوية المطلوبة فى الموقع. ووضع البلكونات مائلةعلى اتجاه الرياح يؤدى إلى تعرض أغلب الوحدات للرياح السائدة المفضلة، وهذا الحل يكون أفضل من وضع البلكونات بالتبادل. كما يجب دراسة وضع المبانى بالنسبة لبعضها البعض عند اختلاف ارتفاعاتها وذلك للاستفادة القصوى من فرق الضغط فى التهوية. وتوجد عوامل أخرى مؤثرة على حركة الهواء ووضع المبانى كطبيعة الموقع وملامحه من ميول وطبوغرافيه وغطاء نباتى، وعلى ذلك فمن الممكن التنبؤ بحركة الهواء والمطر باستخدام المعادلات الرياضية، ويحتاج الأمر فى أغلب الأحيان إلى تجارب معملية لدراسة حركة الهواء.

وتوجد برامج متعددة للحاسب الآلى لتحديد مناطق الضغط وسرعات الرياح المختلفة حول المبانى حيث يمكن استخدامها سواء فى تنقية التهوية موقع قائم أو فى أختيار الوضع الأنسب لعناصر الموقع وعلاقتها بعضها البعض.

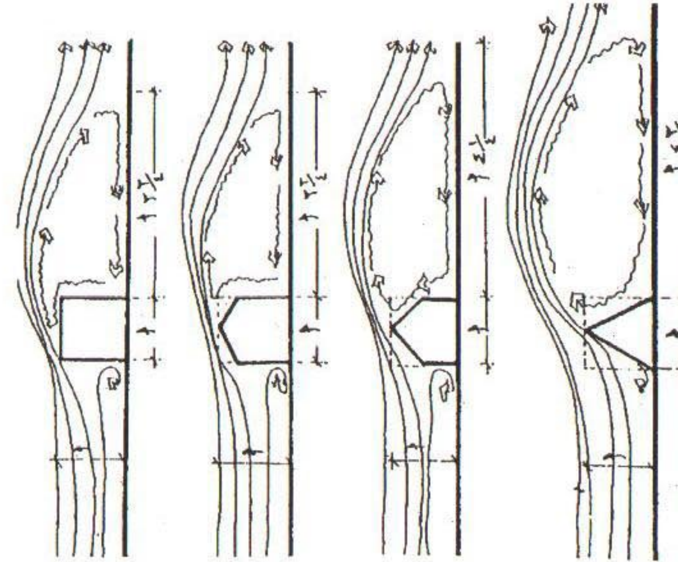
٤-٤-١-٣ التهوية بخلق فرق فى الضغط للاختلاف فى درجات حرارة الهواء

بتكوين مناطق فرق ضغط بين فراغ مظلل (بارد) وفراغ مشمس (حار) يمكن تحريك الهواء البارد فى الفراغ المظلل إلى الفراغ المشمس. لقد استخدمت هذه الفكرة فى عمل

التختبوش للحصول على التهوية حتى فى عكس اتجاه الهواء باستعمال نوعين من الفراغات، فراغ ضيق ومظلل فى اتجاه الرياح Wind ward والآخر واسع ومعرض للشمس ومحجوب عن الرياح وبذلك يتحرك الهواء البارد من الفراغ المظلل إلى الفراغ الواسع المشمس محدثا حركة هواء ملطفة. وقد أمكن استخدام هذه الفكرة على مستوى التخطيط للقرية أو قطاع سكنى فى المدينة، حيث يمكن الحصول على مكان مناسب وملائم للجلوس والاستمتاع مثل جلسة التختبوش بين ميدانين أحدهما أكبر من الثانى وتظليل الميدان الأصغر ويلاحظ أن تيارات الهواء المتولدة فى نفس اتجاه الهواء السائد فى المنطقة شكل رقم (٤-٤).


شكل (٤-٢) حركة الهواء حول المبانى

شكل (٤ - ٣) طول منطقة ظل الرياح فى حالة سطح مستوى


شكل (٤ - ٤) طول منطقة ظل الرياح لأسقف مختلفة مع تساوى عمق المبنى مع الارتفاع

٤-٥- العوامل المؤثرة على تصميم فتحات التهوية بالمبانى

٤-٥-١ توجيه وموضع فتحة التهوية

يشكل توجيه وموضع فتحة التهوية عنصرا هاماً فى تحديد أدائها من حيث التهوية أو الإضاءة بالنسبة للفراغات الداخلية، وأيضاً كمية الحرارة التى يستقبلها المبنى ويقصد بالموضع:

أولاً : موضع التهوية بالنسبة للسطح الخارجى لواجهات المبنى المختلفة الارتفاع والتكرارية... الخ، وعلاقته بالشروط البيئية السائدة من هذا الموضع.

ثانياً : موضع فتحة التهوية بالنسبة للفراغ الداخلى مع الاتجاهات المختلفة للرياح.

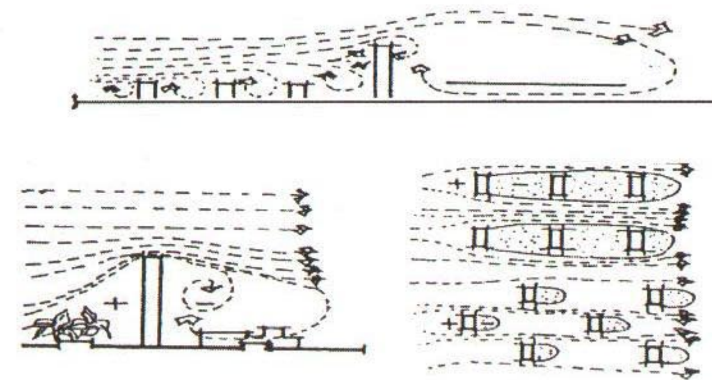
ثالثاً : العلاقة المكانية بين الفتحات من الفراغ الواحد مع الاتجاهات المختلفة للرياح.

٤-٥-٢ موقع فتحة التهوية بالنسبة للسطح الخارجى للواجهات

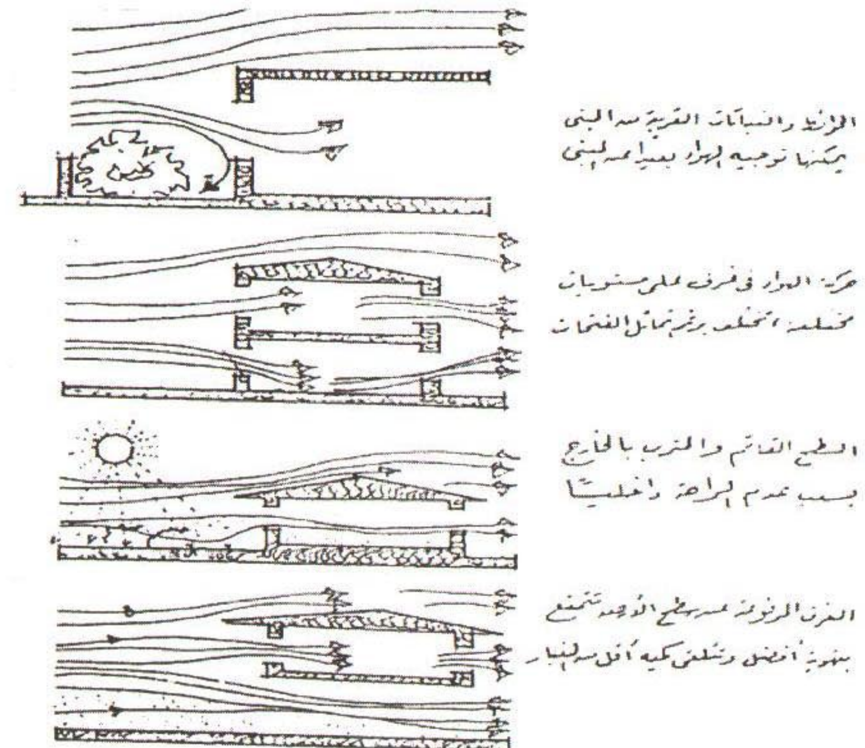
تختلف الشروط البيئية لأسطح المبنى بإختلاف ارتفاع فتحة التهوية عن سطح الأرض، وكذلك بتغير خصائص الأسطح المحيطة شكل رقم (٤-٥).

ويختلف شكل حركة الهواء داخل الكتلة العمرانية حسب شكل وتصميم شبكة الممرات شكل رقم (٤-٦) ولتوجيه حركة الهواء داخل الفراغ العمرانى يتم توجيه الفراغ بحيث يكون البعد الأكبر للفراغ فى اتجاه الرياح السائدة (الشمالية أو الشمالية الغربية) وذلك للسماح بدخول الهواء لداخل الفراغ، ويساعد توجيه الفراغ العمرانى على التحكم فى التهوية الداخلية للسماح بحركة الهواء داخله وذلك فى المناطق الساحلية حيث تكون حركة الهواء ضرورية لتقليل الاحساس بالاجهاد الحرارى الناتج عن إرتفاع درجات الحرارة المصاحبة لارتفاع معدل بخار الماء، وهنا تفضل المسافات الأكبر بين المبانى للسماح بحركة الهواء بينها بسرعة كبيرة.

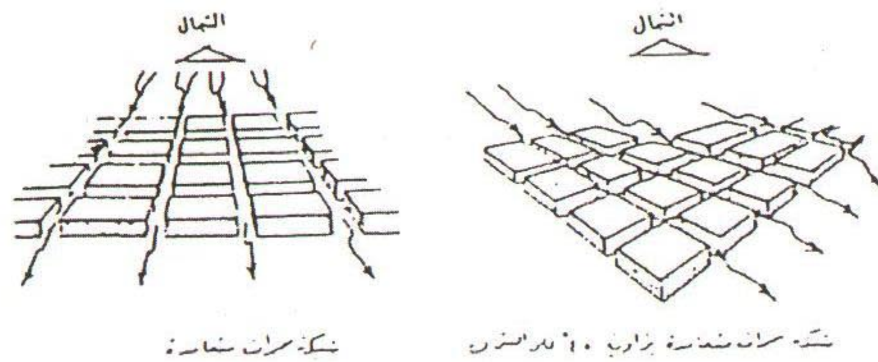
أما فى المناخ الصحراوى فينبغى عدم السماح بحركة الهواء داخل الكتلة العمرانية فى حدودمعينة وذلك ليلاً حيث تكون درجة حرارة الهواء أقل من الكتلة، حيث تؤدى الحركة غير المدروسة إلى زيادة الإحساس بالإجهاد الحرارى.

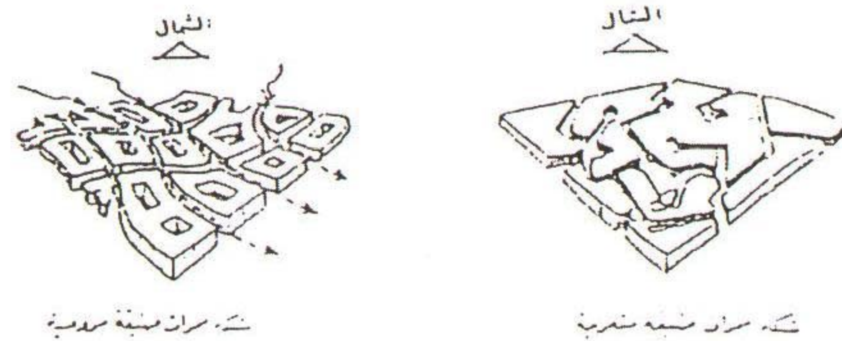


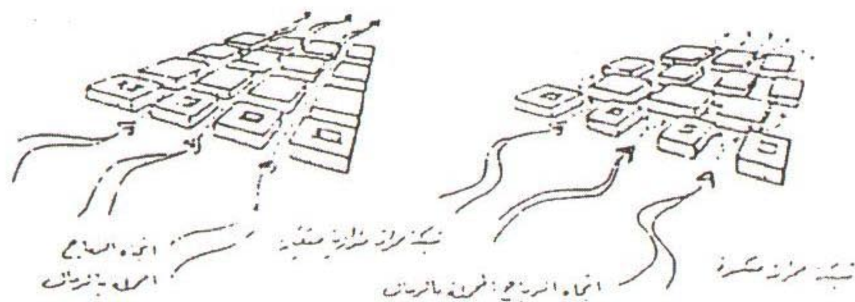
شكل (٤-٥) تأثير التشكيل العام للمبانى على حركة الهواء داخل الفراغات



شكل (٤-٦) تأثير الشروط البيئية على شكل التهوية







شكل (٤-٧) تأثير شبكة الممرات على حركة الهواء

٥

العزل والسلوك الحرارى للمنشآت

٥-١ انتقال الحرارة بالإشعاع

٥-٢ انتقال الحرارة بالتوصيل

٥-٣ المواصلة الحرارية السطحية

٥-٤ المقاومة الحرارية الكلية

٥-٥ المعاملات الحرارية الطبيعية

٥-٦ الانتقالية الحرارية الكلية للنوافذ والحوائط معاً

٥-٧ درجة حرارة الجو الخارجى المحيط ، (درجة حرارة الهواء الشمسية)

٥-٨ متوسط درجة الحرارة الإشعاعية الداخلية

٥-٩ درجة حرارة الجو الداخلى المحيط

٥-١٠ الاكتساب الحرارى للحوائط والأسقف المعرضة

٥-١١ أختيار المادة العازلة

٥-١٢ التنبؤ بالمتوسط اليومى لدرجات حرارة الجو الداخلى المحيط

٥-١٣ المواد العازلة للحرارة

٥- العزل والسلوك الحرارى للمنشآت

الانتقال الحرارى

كما هو معروف فى علوم طبيعة المنشآت أن الحرارة تنتقل فى المنشآت بأربع طرق مختلفة وهى: الحمل Convection وينقسم إلى قسمين حمل حر أو طبيعى Free or Natural Convection وحمل مرغم Forced Convection. والطريقة الثانية وهى بالإشعاع الذى يمكن تقسيمه إلى طويل الموجة Long Wave Radiation أو Thermal Radiation وقصير الموجة Short Wave Radiation. والطريقة الثالثة والتى تعنينا كثيراً هى الانتقال الحرارى بالتوصيل أو بالتلامس Conduction والطريقة الرابعة وهى بالتهوية الطبيعية أو التسرب Ventilation or Infiltration.

٥-١ انتقال الحرارة بالإشعاع:

وهو نوع من الطاقة التي يبثها سطح مادة تكون درجة حرارته أعلي من الصفر المطلق ولا يحتاج إلى وسط مادى ويمكن كتابة العلاقة الخطية المبسطة التى يفضل استخدامها كالآتى :

$$Qr = Ahr\ (T_{s1} - T_{s2}) \quad \text{.............................} \quad (1)$$

Ts1 هى درجة حرارة الوسط المحيط بالسطح الأول Ts2

حيث hr هو معامل انتقال الحرارة بالإشعاع ويعرف بالعلاقة التالية:

$$hr \ \simeq 4\,\varepsilon\,\sigma\,T^3_{sm} \quad \text{..............................} \quad (2)$$

h_r تساوي ١٣ر٥ (عند درجة ٢٠ سْ) أو ٤.٦٣ (عند درجة ١٠ سْ) أو ٤.١٥ (عند درجة صفر) أو ٣ر٧١ (عند درجة –١٠ سْ).

σ هو ثابت استيفان – بولتزمان

$= ٦٧ر٥ \times ١٠^{-٨}$ وات/م٢.ك٤

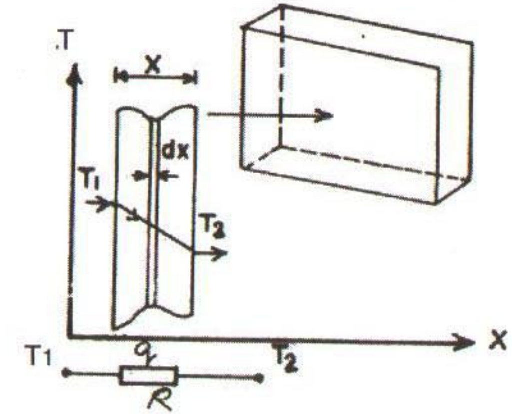
ε معامل البث الحرارى = ١ فى حالة الجسم كامل السواد ويعرف بالسطح المشع المثالى.

٥-٢ - انتقال الحرارة بالتوصيل:

ولتقليل سريان الحرارة خلال مواد البناء نلجأ إلى استخدام مواد العزل الحرارى، علماً بأن معدل انتقال الحرارة خلال المواد المتجانسة الصلبة يتناسب مع مساحة السطح المار عمودياً مع اتجاه سريان الحرارة ومع التغير فى درجات الحرارة بالنسبة للتخانة : أى أن

$$Q \ \alpha \ A \frac{dT}{dx}$$

$$Q = kA \frac{\Delta T}{dx}$$



$$Q = \frac{(T1 - T2)}{X / KA} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

حيث أن: k الموصلية الحرارية للمادة ووحداتها، $W / m\ ^oC$ (أنظر الجدول رقم ٥ - ١)

A مساحة السطح المعرض، m^2

ويمكن مقارنة هذه المعادلة بقانون أوم

$$\text{Current (التيار)} = \frac{\text{Potential Difference فرق الجهد}}{\text{Resistance المقاومة}}$$

$$I = \frac{V}{R} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وبالمقارنة نجد أن

$$R = \frac{X}{KA}$$

وتسمى بالمقاومة الحرارية للمادة $m^2 .\ ^o C / W$

وفى حالة وحدة المساحات تصبح

$$R = \frac{X}{K}$$

أى خارج قسمة التخانة على الموصلية الحرارية

٥-٣ المواصلة الحرارية السطحية

Surface Thermal Conductance [h ...... W/m².°C]

h Tw Tf

لحساب معدل انتقال الحرارة بالحمل بين سطح حائط والهواء أو المائع المحيط به - يمكن استخدام المعادلة التالية

$$Q_C = h_c A \ (T_w - T_f) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

وتعرف h_c بالمواصلة الحرارية السطحية وتعتمد قيمها على الخواص الحرارية الطبيعية للمائع (هواء) مثل الكثافة والحرارة النوعية والموصلية الحرارية للمائع وسرعة المائع V_w (م/ث) وطبيعة سطح الحائط (أملس أو خشن) ويوجد هناك مواصلة حرارية سطحية للحائط المعرض وتسمى h_o وأخرى داخلية داخل الحجرة وتسمى h_i ويمكن تقدير وحساب كل منهما كالآتى :-

$$h_o = 5.7 + 4.1 * V_w \qquad V_w < 5 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

حيث أن V_w هى سرعة الرياح (م/ث) وإذا كانت سرعة الرياح تتراوح بين ٥ الى ٣٠ م/ث، يجب استخدام العلاقة التالية :

$$h_o = 7.2 \ V_w^{0.78} \qquad 5 \le V_w \le 30 \qquad \text{.................... (7)}$$

ويمكن حساب المواصلة الحرارية السطحية الداخلية h_i من العلاقة التقديرية التالية :

$$h_i = 2.8 + 3.0 \ V_w \qquad V_w \le 7 \qquad \text{........................ (8)}$$

ويمكن حساب المقاومة السطحية الخارجية والداخلية من العلاقات التالية:

$$R_{so} = 1/(\varepsilon h_r + h_o) \qquad \text{........................ (9)}$$

$$R_{si} = 1/(1.2\,\varepsilon h_r + hi)$$

المقاومة الكلية للحائط يساوى المجموع الجبرى لمقاومة الهواء الداخلية والخارجية ومقاومة الحائط أى : $R_t = R_{so} + R_i + R_{si}$

٥-٤ المقاومة الحرارية الكلية Total Thermal Resistance (R_t) (m². °C/W)

والانتقالية الحرارية الكلية U- value/Thermal Transmittance (W/m² . °C)

لحساب كمية الحرارة المنتقلة من الهواء الخارجي المحيط (T_{eo}) إلى الهواء الداخلى المحيط (T_{ei}) خلال حائط تخانته (x) والموصلية الحرارية له (k) – نلاحظ أن درجته تنخفض بسرعة من T_{eo} الى T_1 فى المنطقة الملامسة والمحيطة لجدار الحائط وكذلك من T_2 الى T_{ei} والتى تسمى Thin Film وتخانتها δ_i ، δ_o وتنتقل الحرارة خلالها بالتوصيل ويمكن كتابة معادلات انتقال الحرارة بالتوصيل كالآتى :

من المائع (الهواء الخارجى المحيط) إلى جدار الخارجى للحائط

$$q = \frac{K_o}{\delta_o} \ (T_{eo} - T_1) \qquad \text{(a)}$$

من السطح الداخلى للحائط إلى الهواء الداخلى المحيط

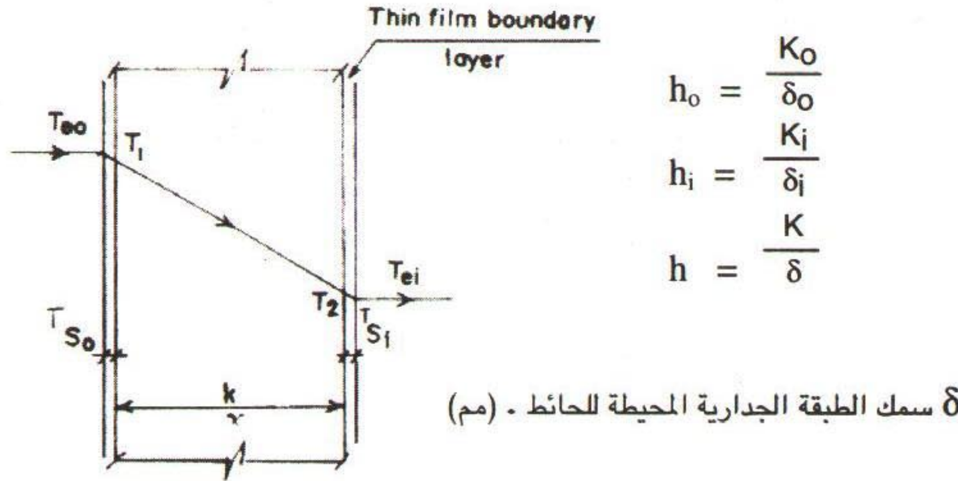
$$q = \frac{K_i}{\delta_i} \ (T_2 - T_{ei}) \qquad \text{(b}$$

ويمكن أن تنتقل الحرارة بالحمل من المائع إلى الجدار وبالعكس كالآتى :

$$q = h_o \ (T_{eo} - T_1) \qquad \text{(c)}$$

$$q = h_i \ (T_2 - T_{ei}) \qquad \text{(d)}$$

بمقارنة معادلة (a) مع (c) أو (b) مع (d) نجد أن



$$h_o = \frac{K_o}{\delta_o}$$

$$h_i = \frac{K_i}{\delta_i}$$

$$h = \frac{K}{\delta}$$

δ سمك الطبقة الجدارية المحيطة للحائط . (مم)

وفى حالة الثبات أوالاتزان الحرارى نجد أن الحرارة تنتقل من الهواء الخارجى المحيط T_{eo} إلى سطح الخارجى T_1 تساوى كمية الحرارة المنتقلة من السطح الخارجى للحائط إلى السطح الداخلى وتساوى كمية الحرارة المنتقلة إلى الهواء الداخلى

المحيط، أى أن :

$$q = h_o \; (T_{eo} - T_1) = (T_1 - T_2)\frac{K}{X} = h_i \quad (T_2 - T_{ei})$$

$$\frac{q}{ho} = (T_{eo} - T_1)\,, \quad \frac{qx}{K} = (T_1 - T_2)\,, \quad \frac{q}{hi} = (T_2 - T_{ei})$$

وبالجمع الجبرى نجد أن

$$T_{eo} - T_1 + T_1 - T_2 + T_2 - T_{ei} = \frac{q}{ho} + \frac{qx}{K} + \frac{q}{h_i}$$

أى أن :

$$q = \frac{T_{eo} - T_{ei}}{\frac{1}{hi} + \frac{x}{K} + \frac{1}{h_i}}$$

$$q = \frac{Teo - Tei}{Rt}$$

وتسمى Rt بالمقاومة الحرارية الكلية للجدار ووحداتها لكل م٢. س٥ / وات

$$Rt = \frac{1}{Rt} + \sum_{1}^{n} \frac{X_1}{K_1} + \frac{1}{h_i}$$

أى المجموع الجبرى لمجموع المقاومات الحرارية لكل طبقة على حده

$$R_t = R_{so} + \sum_{i=1}^{n} R_i + R_{si} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

علماً بأن مقاومة الهواء فى الحوائط المزدوجة التى يكون فيها البعد بين الحوائط حوالى ٢سم تساوى ١٨ر٠ م٢. س٥/وات.

ومقلوب المقاومة الحرارية الكلية يسمى بالانتقالية الحرارية الكلية للجدار ويرمز له بالرمز U، أى أن

$$U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{R_{so} + \sum_{i=1}^{n} R_i + R_{si}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

ويمكن تقدير درجة حرارة الأسطح الداخلية (T_{si}) ودرجة حرارة الأسطح الخارجية (T_{so}) للحوائط المعرضة بمعلومية درجة حرارة الجو الداخلى المحيط ودرجة حرارة الهواء الخارجى من المعادلات التالية وذلك فى حالة إهمال تأثير الأشعة الشمسية (أى أن $T_{eo} \simeq T_{ao}$) مثل الحوائط الشمالية كالآتى :

$$\left.\begin{aligned} Tsi &= U\{(Rso + \Sigma Ri)\, Tei + Rsi\, Tao\} \quad \ldots\ldots\ldots \\ Tso &= U\{(Rso\, Tei + (\Sigma Ri + Rsi)\, Tao\} \quad \ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \quad (12)$$

مثال :

احسب معدل التدفق الحرارى خلال الأسطح الخارجية الموضحة لمنزل من طابق واحد حيث أن مساحة الحوائط الخارجية المعرضة حوالى ١١٠ م٢ ومساحة النوافذ ١٤ م٢ ومساحة السقف المعرض ٣٦ م٢ حيث أن الفرق بين درجة حرارة الجو الخارجى والداخلى ٢١ سْ

الحل:

الانتقالية الحرارية الكلية U - value

العناصر	بدون عزل	معزولة
الحوائط	١ر٥ وات / م٢ سْ	إضافة ٣٠ مم مادة عازلة
السقف	١ر٥ وات / م٢ سْ	إضافة ٥٠ مم مادة عازلة الموصلية الحرارية لها ٢٦ر٠ وات /م.سْ
الفتحات الزجاجية	٣ر٤ وات / م٢ سْ	٥ر٢ وات / م٢ س٥

الحالة الأولى : منزل بدون عزل حرارى

$$Q_1 = \Delta T \ (\Sigma AU)$$

$$= \Delta T \ (A_w U_w + A_c U_c + A_g U_g)$$

$$= 21 \ (110 \times 1.5 + 36 \times 1.5 + 14 \times 4.3)$$

$$= 5860 \ W = 5.86 \ KW$$

الحالة الثانية : منزل معزول حرارياً

(١) المقاومة الحرارية للجدار بعد العزل

$$R_w = \frac{1}{Uw} + \frac{L}{K}$$

$$= \frac{1}{1.5} + \frac{.03}{.026} = 1.82$$

$$U_{w,\ new} = 0.55 \ W/m^2.\ ^oC$$

(٢) المقاومة الحرارية للسقف بعد العزل

$$R_c = \frac{1}{1.5} + \frac{.05}{.026} = 0.667 + 1.923 = 2.54$$

$$U_{c\ ,\ new} = 0.386 \ W/m^2\ .\ ^oc$$

لحساب معدل الفقد الحرارى للمنزل بعد إضافة المادة العازلة للحرارة للجدار والسقف وتغير النوافذ، نجد أن :

$$Q_2 = 21 \ (110 * 0.55 + 36 * 0.386 + 14 * 2.5)$$

$$= 21 \ (60.5 + 13.896 + 35)$$

$$= 2297 \ W = 2.297 \ KW$$

لحساب نسبة الوفر فى الطاقة بعد عزل الأسطح الخارجية المعرضة.

$$Reduction = \frac{Q1 - Q2}{Q1} \times 100$$

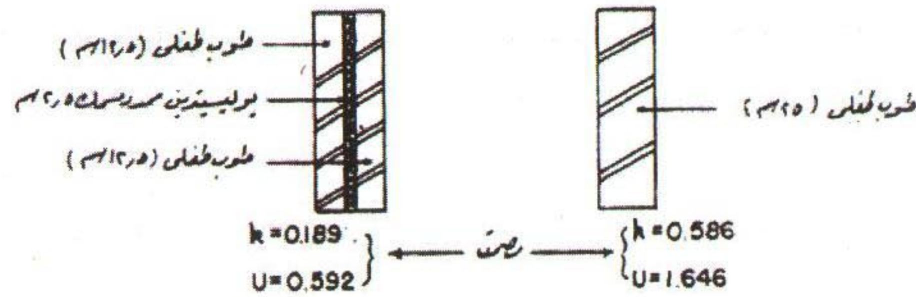
Heat Loss percent = 60.8 %

الأشكال رقم (٥-١-أ) إلى (٥-١-جـ) توضح قيم الموصلية الحرارية (k) والانتقالية الحرارية الكلية (U) للطوب المفرغ والمصمت المعزول وغير المعزول والبلوكات الخرسانية المفرغة والمصمتة بتخانات مختلفة.

المـــــادة	الكثافة ρ كجم / م٣	الموصلية الحرارية k وات/ م.س	الحرارة النوعية Cp
(أ) مواد البناء			
طوب أسمنتى مصمت	١٦٠٠ – ٢٠٠٠	١.٢ – ١.٤	٨٨٠
طوب رملى وردى	١٨٠٠	١.٥٩	٨٣٥
طوب الليكا المفرغ	١٠٠٠ – ١٣٠٠	٠.٣٥ – ٠.٤٥	١٠٠٠
طوب طفلى مفرغ	١٨٥٠ – ٢٠٠٠	٠.٥٥ – ٠.٦٥	٨٣٥
الحجر الجيرى	٢٣٨٠	٠.٧٣	٨٤٠
الحجر الرملى	٢٢٦٠	٠.٩٧	٨٤٠
رمل	١٥٢٠	٠.٣٣	٨٠٠
جبس	١٢٠٠	٠.٤٣	١٠٨٠
خرسانة	٢٣٠٠	٠.٩٣	٦٥٣
(ب) المواد العازلة			
خرسانة رغوية	٤٥٠–٥١٥	٠.١٨– ٠.٢١	١٠٠٠
خرسانة خفيفة	٨٠٠	٠.٢٧٥	١٠٠٠
السلتون	٣٥٠ – ٤٥٠	٠.٠٩ – ٠.١٢	٥٥٠
الواح البوليسترين الممدد	١٥ – ٣٠	٠.٠٣٧ –٠.٠٣٠	٨٣٥
الواح البوليسترين المبثوق	٢٥	٠.٠٣	٨٣٥
الواح البوليورتين	٣٠	٠.٠٢٧	٨٣٥
صوف صخرى	١٤٠	٠.٠٤	٨٣٥
صوف زجاجى	٥٢	٠.٠٣٨	٦٦٠
(جـ) التشطيبات			
رخام	٢٦٠٠	٢.٦	٨٨٠
جرانيت	٢٨٠٠	٣.٥	٩٠٠
مُحارة	٢١٠٠	٠.٧٥	٨٣٥
خشب	٣٥٠ – ٧٥٠	٠.١١ –٠.١٦	٢٠٠٠
حديد / صلب	٧٢٠٠ – ٧٧٠٠	٤٥ – ٦٠	٥٠٠
ألومنيوم	٢٧٤٠	٢٢١	٨٩٥

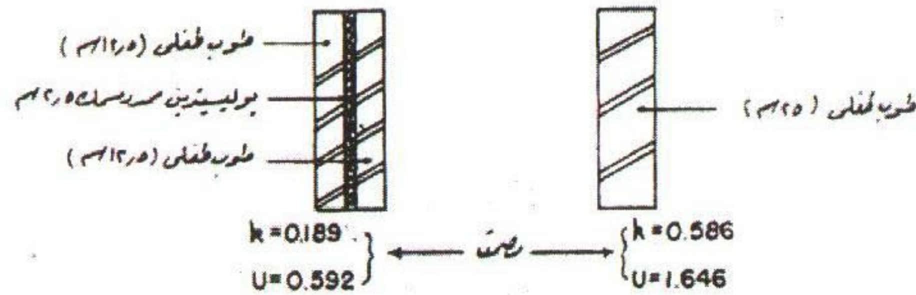
جدول رقم (٥-١)

الخواص الحرارية الفيزيائية لمواد البناء والمواد العازلة للحرارة



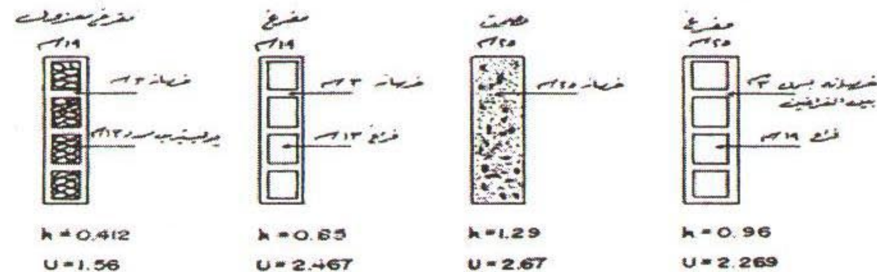
شكل رقم (٥-١/أ) حوائط من الطوب الرملى

بسمك (١٢٫٥سم) غير معزولة وأخرى معزولة ببلاطات التايل فوم



شكل رقم (٥-١/ب)

حوائط من الطوب الطفلى بسمك (٢٥٫٠سم) غير معزولة وأخرى معزولة فى المنتصف



شكل رقم (٥-١/جـ)

حوائط من البلوكات الأسمنتية المفرغة والمصمتة والمعزولة بتخانات مختلفة

٥-٥ المعاملات الحرارية الطبيعية Thermo - Physical Factors

(أ) معامل التناقص الحرارى Thermal Decrement Factor : [λ ; %]

هو النسبة بين المدى الحرارى للأسطح الخارجية والداخلية (المدى الحرارى هو الفرق بين درجات الحرارة العظمى والصغرى) ويمكن تعيينه كالآتى:-

$$\lambda = \Delta T_{si} / \Delta T_{so} \qquad \text{.....................} (13)$$

(ب) معامل الخنق الحرارى Coefficient of Thermal Damping (Ds; %)

يمكن حساب معامل الخنق الحرارى للمنشأ بمعرفة الفرق (التذبذب) فى درجات حرارة الأسطح الخارجية المعرضة وكذلك الفرق (التذبذب) فى درجات حرارة الأسطح الداخلية غير المعرضة وتحسب من العلاقة التالية :

$$D_s = ((\Delta T so - \Delta Tsi) / \Delta Tso) * 100 \qquad \text{............} (14)$$

ويلاحظ أنه كلما زادت قيمة هذا المعامل، زاد تحسن السلوك الحرارى للمنشأ.

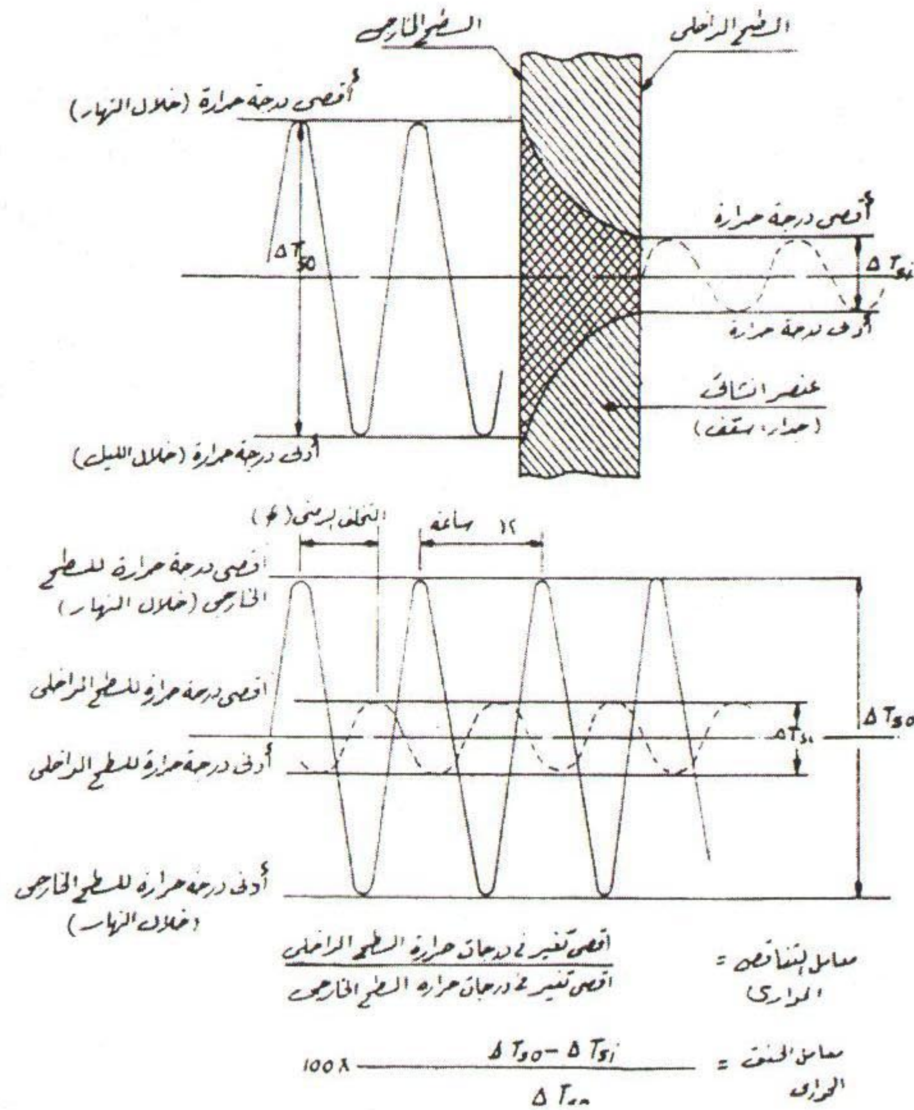
(جـ) - التخلف الزمنى Time Lag: (ϕ ; hours)

هو الفرق الزمنى للنهايات العظمى لكل من المؤثرات الخارجية والاستجابة الحرارية الداخلية كما هو مبين بالشكل رقم (٥ -٢) - ويمكن حساب التخلف الزمنى للحائط بمعرفة ثابت الزمن الحرارى من المعادلة التالية:

$$\phi = 0.5 \sqrt{24 t_c / \Pi} \qquad \text{.....................} (15)$$

وفى حالة الحوائط السميكة يمكن إستخدام المعادلة التالية :

$$\phi = 1.18 + \frac{2 \Pi}{24} * t_c \qquad \text{.....................} (16)$$



شكل (٥-٢) رسم يوضح إنتقال الموجة الحرارية المؤثرة على السطوح الخارجية لعناصر البناء إلى السطوح الداخلية مع بيان قيمتى التخلف الزمنى ومعامل التناقص الحرارى والخنق الحرارى

(د) ثابت الزمن الحرارى Thermal Time Constant: (t_c; hours)

خارج قسمة الموصلية الحرارية لمادة الجدار المصمت (k) على الكثافة والحرارة النوعية للمادة (ρ , Cp) تسمى بالانتشارية الحرارية Thermal Diffusivity وهى تمثل سرعة انتشار الحرارة داخل الجدار، أى

$$\alpha = k / \rho C_p \qquad (m^2/s)$$

ولتعيين سرعة انتشار الحرارة فى الحوائط المركبة (متعددة الطبقات) يجب حساب ثابت الزمن الحرارى للجدار المركب من المعادلة التالية :

$$t_C = R_{so} \sum_{j=1}^{m} (\rho C_p L)_j + \sum_{j=1}^{m} \left(\frac{L}{k}\right) \sum_{j=1}^{m} (\rho C_p L)_i - 0.5 \sum_{j=1}^{m} \left(\frac{L}{k}\right)_j (\rho C_p L)_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

وفى حالة الجدار المفرد، تصبح المعادلة :

$$t_C = (R_{so} + kL/2)(L \rho C_p)$$

وثابت الزمن الحرارى له وحدات الزمن وتدخل فى حساب وتقدير التخلف الزمنى للعناصر الإنشائية.

٥-٦ الانتقالية الحرارية الكلية للنوافذ والحوائط معاً

Total Thermal Transmittance for Windows and Walls:(U_o; $W/m^2 . ^oC$)

تشكل النوافذ والواجهات الزجاجية نسبة لا يستهان بها من مساحة الجدران الخارجية للمنشأ قد تصل إلى حوالى ٢٠٪ من مساحة الجدار وفى الآونة الأخيرة شاع استخدام الواجهات الزجاجية ذات إطار من مادة الألومنيوم وهى أحد المواد ذات مواصلة حرارية جيدة. بحيث أن الانتقالية الحرارية للنوافذ ذات إطار معدنى ترفع من

قيمة الانتقالية الحرارية بحوالى ٢٥ ٪.

وتحسب الانتقالية الحرارية الإجمالية للجدار مع النافذة بالمعادلة التالية :

$$U_o = \Sigma\ AU / \Sigma\ A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

أى :

$$U_o = (A_w U_w + A_g U_g) / (A_w + A_g) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

حيث أن :

- U_o الانتقالية الحرارية للجدار مع النوافذ ، وات / (م٢. س٥)
- A_g مساحة الواجهة الزجاجية ، م٢
- A_w مساحة الجدار المصمت، م٢
- U_w الانتقالية الحرارية للجدار المصمت، وات / (م٢. س٥)
- U_g الانتقالية الحرارية للنافذة ، وات / (م٢. س٥)

الجدول رقم (٥-٢) يوضح قيم الانتقالية الحرارية المعتمدة فى الكودات والتى يجب مراعاتها عن تصميم المنشآت.

ويمكن حساب قيمة الانتقالية الحرارية للحجرة أو المنشأ بنفس مفهوم المعادلة السابقة وهى :

$$Ue = \frac{A_w U_w + A_g U_g + A_f U_f + A_c U_c + \ldots\ldots}{A_w + A_g + A_f + A_c + \ldots\ldots} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

الكسب الحرارى خلال النوافذ الزجاجية الأحادية :

يمكن صياغة العلاقة الرياضية لحساب كمية الحرارة المنتقلة عبر وحدة المساحات الى

الهواء الداخلى للحجرة كالآتى :

$$q_{g,t} = F I_t + U_g (T_{ao,t} - T_{ai,t}) \quad .... (21)$$

البلد	الحوائط الخارجية	الاسقف المعرضة	الارضيات	الشبابيك وملاحظات
كندا	٠.٣٣	٠.١٨	٠.٢١-٠.٦	الشبابيك محسوبة مع الحوائط
الدانمرك	٠.٣-٠.٤	٠.٢٠	٠.٣	٢٫٩ ، ١٥٪ من مساحة الأرضية
فيلندا	٠.٣-٠.٣٥،	٠.٢٣-٠.٢٩،	٠.٢٣-٠.٢٩،	٢٫١ ، ١٥٪ من مساحة الأرضية
ايرلندا	٠	٠.٤٠٠	٠.٦٠٠	٨٥٪ من مساحة المبنى الكلى
النرويج	٠.٦٠	٠.٢٣	٠.٢٣-٠.٣٠،	الشبابيك محسوبة مع الحوائط الخارجية
السويد	٠.٤٥	٠.٢٠	٠.٢٠٠	٢٫٠
انجلترا	٠.٣٠	٠.٦٠	٠.٦٠	٨٥٪ من مساحة الحائط الخارجى
تركيا	٠.٦٠	٠.٣٨	٠.٦٥	٨٥٪ من مساحة الأرضية ، اختيارى
الكويت	١.٠٠	٠.٤٠	–	------
الأردن	٠.٥٧ ١.٨	١.٠	–	للجزء المصمت فقط

ملحوظة : هذه الارقام توضيحية فقط وتتغير من منطقة إلى أخرى خلال المناطق المناخية فى بعض البلاد نفسها ويعاد تقييمها كل فترة زمنية.

جدول رقم (٥-٢) مقارنة بين الانتقالية الحرارية الكلية
(الحد الأقصي المسموح به) لبلاد مختلفة (وات / م٢س°)

حيث أن :

U_g الانتقالية الحرارية للنافذة الزجاجية ويمكن حسابها، أنظر الجدول رقم (٥-٦).

$$U_g = h_i h_o / (h_i + h_o) \quad .... (22)$$

F معامل الكسب الشمسي للنافذة.

$$F = t + \alpha U / h_O = 0.87 \quad .... (23)$$

$$q_{g,t} = (SC) (SHGF)_t + U_g (T_{ao,t} - T_{ai,t})$$

حيث أن: SC معامل التظليل الشمسى، α معامل الامتصاص السطحى للأشعة الشمسيـة، أنظر الجدول رقم (٥-٦).

$$SC = 1.15 * F \quad .... (24)$$

SHGF الاكتساب الحرارى للنافذة، أنظر جدول رقم (٥-٣، ٥-٤) لكل من القاهرة خط عرض ٣٠° وأسوان خط عرض ٢٤°.

٥-٧ درجة حرارة الجو الخارجى المحيط، (درجة حرارة الهواء الشمسية)

Outdoor Environmental Temperature (Sol-Air temperature; T_{eo} or T_{so1})

تسقط الأشعة الشمسية على الجدران الخارجية للحوائط والأسقف فتمتص جزءاً منها وتعكس بعضها وتسمح للباقى بالنفاذ بالتوصيل الحرارى. وتقوم هذه الأشعة الممتصة برفع درجة حرارة السطح الخارجى للحائط. ولحساب درجة الحرارة تحت تأثير الأشعة الشمسية ولون الأسطح والمقاومة الحرارية السطحية للهواء المحيط تسمى بدرجة حرارة الهواء الخارجى المحيط Teo وهى درجة افتراضية لا يمكن قياسها وتحسب

بالعلاقة التالية:

$$T_{eo,t} = T_{ao,t} + \alpha R_{so} I_t - \Delta R \qquad .... (25)$$

حيث أن

I_t شدة الطاقة الشمسية الكلية الساقطة على السطح المعرض (وات /م٢). انظر الجدول رقم (٥-٣) لخط عرض ٣٠° وجدول رقم (٥-٤) لخط عرض ٢٤°.

R_{so} المقاومة الحرارية السطحية للجدار الخارجي (م٢. س° / وات).

α معامل الامتصاصية للحائط، انظر جدول رقم (٥-٥).

ΔR الفرق بين الأشعة طويلة الموجة وتساوى

= صفر فى حالة الحوائط، ٣.٩ فى حالة الاسقف الخارجية

$T_{ao,t}$ درجة حرارة الهواء الخارجى المظلل عند الزمن ه ساعة.

ويمكن التعويض عن (αR_{so}) بالقيم ٠.٠٢٦ للأسطح الفاتحة، ٠.٠٥٢ للأسطح القاتمة ويمكن كتابة معادلة التدفق الحرارى التى تعطى نفس كمية الحرارة المتدفقة باستخدام درجة حرارة الهواء الشمسية أو درجة حرارة الجو المحيط كالآتى :

$$Q_t = A h_O \left(T_{eo,t} - T_{ai,t} \right)$$

الجداول (٥-٣، ٥-٤) تعطى قيم لدرجات حرارة الهواء الخارجى المحيط والمظلل وشدة الأشعة الشمسية على الاسطح الرأسية والأفقية لكل من خط عرض ٣٠°، ٢٤° أى للقاهرة وأسوان.

Lat=30.1 Day= 21.0 Month = 6 Dec=23.4 Alt= 40.0 Slop= 90.0 Row= .2
SunRise=5.03 Color = .052

Time	Edn	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	HD	Hd	HOR
6	391.8	148.0	330.5	338.9	168.4	33.4	33.4	33.4	33.4	78.3	52.5	130.8
7	657.5	193.3	506.7	562.8	328.9	67.6	67.6	67.6	67.6	266.4	88.1	354.5
8	772.8	166.8	513.9	613.9	408.1	92.0	92.0	92.0	92.0	461.0	103.6	564.5
9	832.1	123.8	444.4	569.5	425.8	110.7	110.7	110.7	110.7	633.0	111.5	744.5
10	864.4	124.2	334.2	461.3	390.9	164.4	124.2	124.2	124.2	766.7	115.8	882.5
11	880.9	132.5	205.0	310.3	311.5	207.9	132.5	132.5	132.5	851.1	118.0	969.1
12	886.0	135.3	135.3	135.3	197.3	223.0	197.3	135.3	135.3	879.9	118.7	998.7
13	880.9	132.5	132.5	132.5	132.5	207.9	311.5	310.3	205.0	851.1	118.0	969.1
14	864.4	124.2	124.2	124.2	124.2	164.4	390.9	461.3	334.2	766.7	115.8	882.5
15	832.1	123.8	110.7	110.7	110.7	110.7	425.8	569.5	444.4	633.0	111.5	744.5
16	772.8	166.8	92.0	92.0	92.0	92.0	408.1	613.9	513.9	461.0	103.6	564
17	657.5	193.3	67.6	67.6	67.6	67.6	328.9	562.8	506.7	266.4	88.1	354
18	391.8	148.0	33.4	33.4	33.4	33.4	168.4	338.9	330.5	78.3	52.5	130.8

Avg N= 93.8 Avg NE= 148.5 Avg E= 174.1 Avg SE= 136.8
Avg S= 154.4 Avg SW= 136.8 Avg W= 174.1 Avg NW= 148.5

Outdoor Environmental Temperatuure CAIRO-JUNE

Time	To	Tn	Tne	Te	Tse	Ts	Tsw	Tw	Tnw	HOR
1	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	16.4
2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	18.3
3	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	17.8
4	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	17.3
5	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	16.9
6	21.8	30.9	42.0	42.5	32.1	23.8	23.8	23.8	23.8	22.0
7	23.0	34.8	54.0	57.4	43.1	27.1	27.1	27.1	27.1	33.0
8	24.5	34.7	55.9	62.1	49.5	30.1	30.1	30.1	30.1	44.6
9	26.4	34.0	53.6	61.2	52.5	33.2	33.2	33.2	33.2	55.4
10	28.3	35.9	48.7	56.5	52.2	38.4	35.9	35.9	35.9	64.3
11	30.2	38.3	42.7	49.2	49.3	42.9	38.3	38.3	38.3	70.6
12	31.4	39.7	39.7	39.7	43.5	45.0	43.5	39.7	39.7	73.3
13	32.2	40.3	40.3	40.3	40.3	44.9	51.3	51.2	44.7	72.6
14	33.5	41.1	41.1	41.1	41.1	43.6	57.4	61.7	53.9	69.5
15	34.0	41.6	40.8	40.8	40.8	40.8	60.1	68.8	61.2	63.0
16	33.7	43.9	39.3	39.3	39.3	39.3	58.7	71.3	65.1	53.8
17	33.3	45.1	37.4	37.4	37.4	37.4	53.4	67.7	64.3	43.3
18	31.6	40.7	33.6	33.6	33.6	33.6	41.9	52.3	51.8	31.8
19	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	26.1
20	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	28.4	24.5
21	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	23.1
22	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	22.8
23	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	20.6
24	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	19.8
Mean	27.1	32.0	34.8	36.2	34.2	31.1	34.2	36.2	35.7	38.4

جدول (٥ - ٣) شدة الاشعاع الشمسى درجة حرارة الجو الخارجى المحيط لخط عرض ٣٠° شمالاً (القاهرة)

Lat=24.0 Day= 21.0 Month = 6 Dec=23.4 Alt=193.0 Slop= 90.0 Row= .2
SunRise=5.26 Color = .052

Time	Edn	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	HD	Hd	HOR
6	315.0	123.2	268.4	271.5	130.7	25.9	25.9	25.9	25.9	50.9	42.2	93.1
7	640.9	210.0	508.7	547.2	302.9	64.4	64.4	64.4	64.4	242.7	85.9	328.6
8	770.6	206.8	540.8	611.1	376.6	90.7	90.7	90.7	90.7	447.5	103.3	550.8
9	834.2	181.5	486.0	570.5	385.6	110.5	110.5	110.5	110.5	629.4	111.8	741.2
10	868.2	155.0	385.5	463.3	342.9	124.8	124.8	124.8	124.8	770.6	116.3	886.9
11	885.2	136.3	261.8	312.2	258.0	133.6	133.6	133.6	133.6	859.9	118.6	978.5
12	890.4	136.5	136.5	136.5	141.4	143.4	141.4	136.5	136.5	890.4	119.3	1009.7
13	885.2	136.3	133.6	133.6	133.6	133.6	258.0	312.2	261.8	859.9	118.6	978.5
14	868.2	155.0	124.8	124.8	124.8	124.8	342.9	463.3	385.5	770.6	116.3	886.9
15	834.2	181.5	110.5	110.5	110.5	110.5	385.6	570.5	486.0	629.4	111.8	741
16	770.6	206.8	90.7	90.7	90.7	90.7	376.6	611.1	540.8	447.5	103.3	550
17	640.9	210.0	64.4	64.4	64.4	64.4	302.9	547.2	508.7	242.7	85.9	328.6
18	315.0	123.2	25.9	25.9	25.9	25.9	130.7	271.5	268.4	50.9	42.2	93.1

Avg N= 106.0 Avg NE= 153.8 Avg E= 169.7 Avg SE= 122.0
Avg S= 121.9 Avg SW= 122.0 Avg W= 169.7 Avg NW= 153.8

Outdoor Environmental Temperatuure ASWAN-JUNE

Time	To	Tn	Tne	Te	Tse	Ts	Tsw	Tw	Tnw	HOR
1	27.7	27.7	27.7	27.7	27.7	27.7	27.7	27.7	27.7	23.8
2	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	23.7
3	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	22.8
4	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	21.7
5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	20.6
6	26.6	34.1	43.0	43.2	34.6	28.2	28.2	28.2	28.2	25.3
7	28.8	41.6	59.9	62.3	47.3	32.7	32.7	32.7	32.7	37.5
8	31.1	43.8	64.2	68.5	54.1	36.6	36.6	36.6	36.6	50.5
9	32.3	43.4	62.0	67.2	55.9	39.1	39.1	39.1	39.1	61.1
10	32.4	41.9	56.0	60.7	53.4	40.0	40.0	40.0	40.0	68.6
11	37.2	45.5	53.2	56.3	53.0	45.4	45.4	45.4	45.4	78.0
12	37.9	46.3	46.3	46.3	46.6	46.7	46.6	46.3	46.3	80.3
13	38.9	47.2	47.1	47.1	47.1	47.1	54.7	58.0	54.9	79.7
14	40.1	49.6	47.7	47.7	47.7	47.7	61.1	68.4	63.7	76.3
15	40.8	51.9	47.6	47.6	47.6	47.6	64.4	75.7	70.5	69.6
16	40.5	53.2	46.0	46.0	46.0	46.0	63.5	77.9	73.6	59.9
17	40.2	53.0	44.1	44.1	44.1	44.1	58.7	73.7	71.3	48.9
18	39.9	47.4	41.5	41.5	41.5	41.5	47.9	56.5	56.3	38.6
19	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	33.5
20	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	31.1
21	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	29.7
22	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	28.3
23	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	26.9
24	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	26.1
Mean	33.2	38.8	41.2	42.1	39.6	36.4	39.6	42.1	42.4	44.3

جدول (٥ - ٤) شدة الاشعاع الشمسى درجة حرارة الجو
الخارجى المحيط لخط عرض ٢٤° شمالاً (اسوان)

٥-٨ متوسط درجة الحرارة الإشعاعية الداخلية Mean Radiant Temperature

ويمكن تعريفها على أنها متوسط درجة حرارة الأسطح الداخلية لحجرة والتى تعطى نفس التأثير للتبادل الحرارى الإشعاعى.

$$MRT\ (T_r) = \frac{\Sigma A_i T_i}{\Sigma A_i}$$

حيث أن

T_r أو MRT تسمى متوسط درجة الحرارة الإشعاعية للأسطح المحيطة ، س°

T_i درجة حرارة السطح رقم i، س°.

A_i مساحة السطح رقم i، م٢.

السطـــــــح	معامل الامتصاصية
أسود غير معدنى	٠.٨٥ - ٠.٩٨
طوب أو حجر بناء أصفر اللون	٠.٥٠ - ٠.٧٠
حجر بناء أو طوب أحمر اللون	٠.٦٥ - ٠.٨٠
طوب أو لياسة متوسطة اللون	٠.٣٠ - ٠.٥٠
ألمونيوم فاتح اللون أو برونزى	٠.٣٠ - ٠.٥٠
نحاس أو ألومنيوم أو فولاذ مجلفن معتم	٠.٤٠ - ٠.٦٥
نحـــاس لامـــع	٠.٣٠ - ٠.٥٠
ألومنيـوم لامـع	٠.١٠ - ٠.٤٠

جدول (٥-٥) معامل الامتصاص السطحى للأشعة الشمسية

نــــوع الزجاج	تظليـــل داخلـــى					
	لا يوجــــد		ستائر معدنية (و قماشية شفافة) مسدلة بالكامل		ستائر معتمة مسدلة بالكامل	
	SC	U	SC	U	SC	U
أحـــادى ٣ مم	١.٠١	٥.٩١	٠.٥	٤.٦	٠.٣٨	٤.٦٠
ثنائى (١٦ مم)	٠.٨٨	٣.٤٦	٠.٤٥	٣.١٢	٠.٣٦	٣.١٢
مـاص للحـرارة	٠.٥٨	٢.٥٦	٠.٣٧	٢.٥٠	٠.٣٣	٢.٥٠
ثـــلاثى	٠.٨٠	٢.٥٠	٠.٤٤	٢.٢٧	٠.٣٦	٢.٢٧

جدول (٥-٦) معامل التظليل (SC) والمواصلة الحرارية (U) للشبابيك السكنية

٥-٩ درجة حرارة الجو الداخلى المحيط

Indoor Environmental Temperature

وهى محصلة تأثير درجة الحرارة الإشعاعية ودرجة حرارة الهواء الداخلى ويمكن حسابها كالآتى :

$$T_{ei} = 0.667 \quad T_r + 0.333 \ T_{ai} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (26)$$

٥-١٠ الاكتساب الحرارى للحوائط والأسقف المعرضة

Heat Gain For Walls & Roofs

للأسطح المعرضة للهواء الداخلى للمنشأ، يمكن حساب معـدل التدفق الحـرارى عند زمن (t) بالمعادلة التالية :

$$qwi = U_w \ (TETD)\ t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (27)$$

حيث أن : U_w .... الانتقالية الحرارية للجدار المصمت. وات / (م٢. سْ)

TETD ..... درجة الحرارة المكافئة وهى دالة فى معامل التناقص الحرارى والتخلف الزمنى للحائط

$$(TETD)_t = (T_{eo} - \overline{T}_{ai}) + \lambda \ (T_{eo,t-\phi} - \overline{T}_{eo}) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (28)$$

حيث أن :

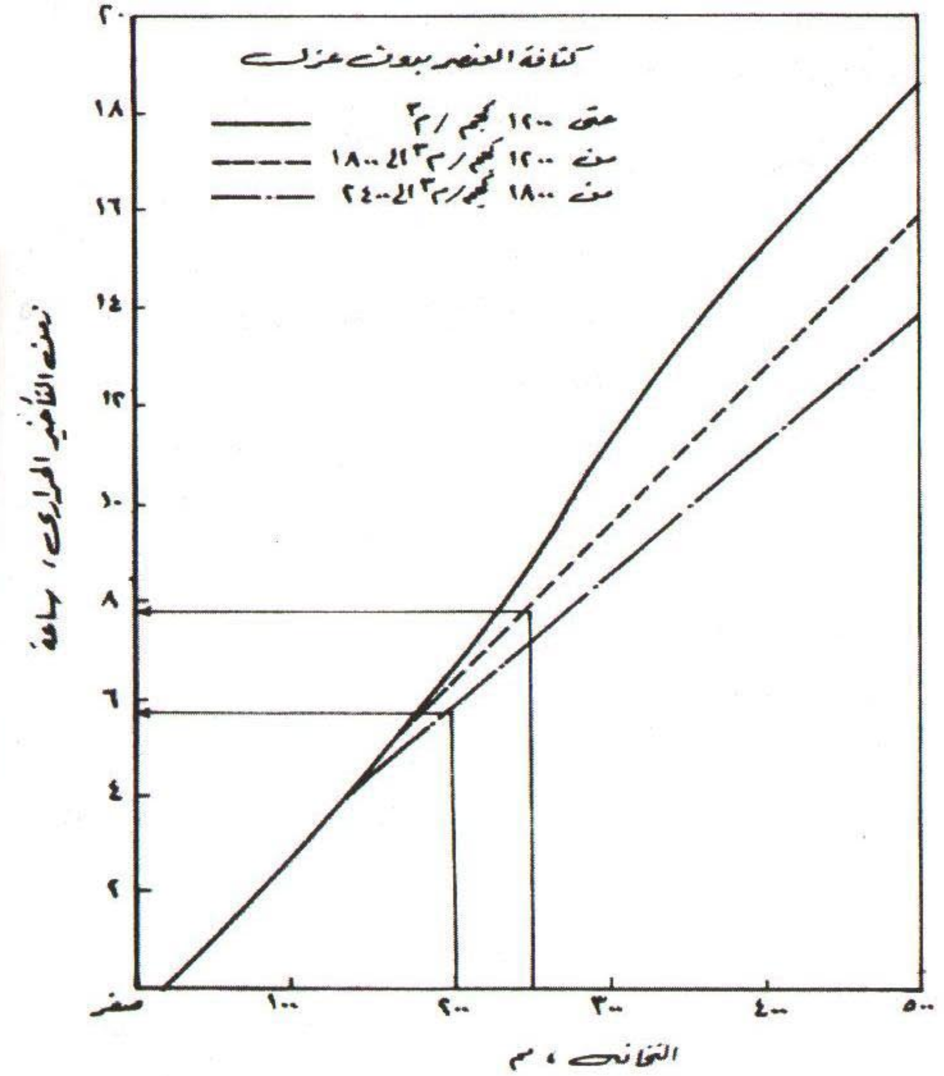
$\overline{T}_{eo}$ المتوسط اليومى لدرجة حرارة الجو الخارجى المحيط (سْ)

$\overline{T}_{ai}$ درجة حرارة الهواء الداخلى (يمكن افتراضها = ٢٤ سْ درجة حرارة مريحة)

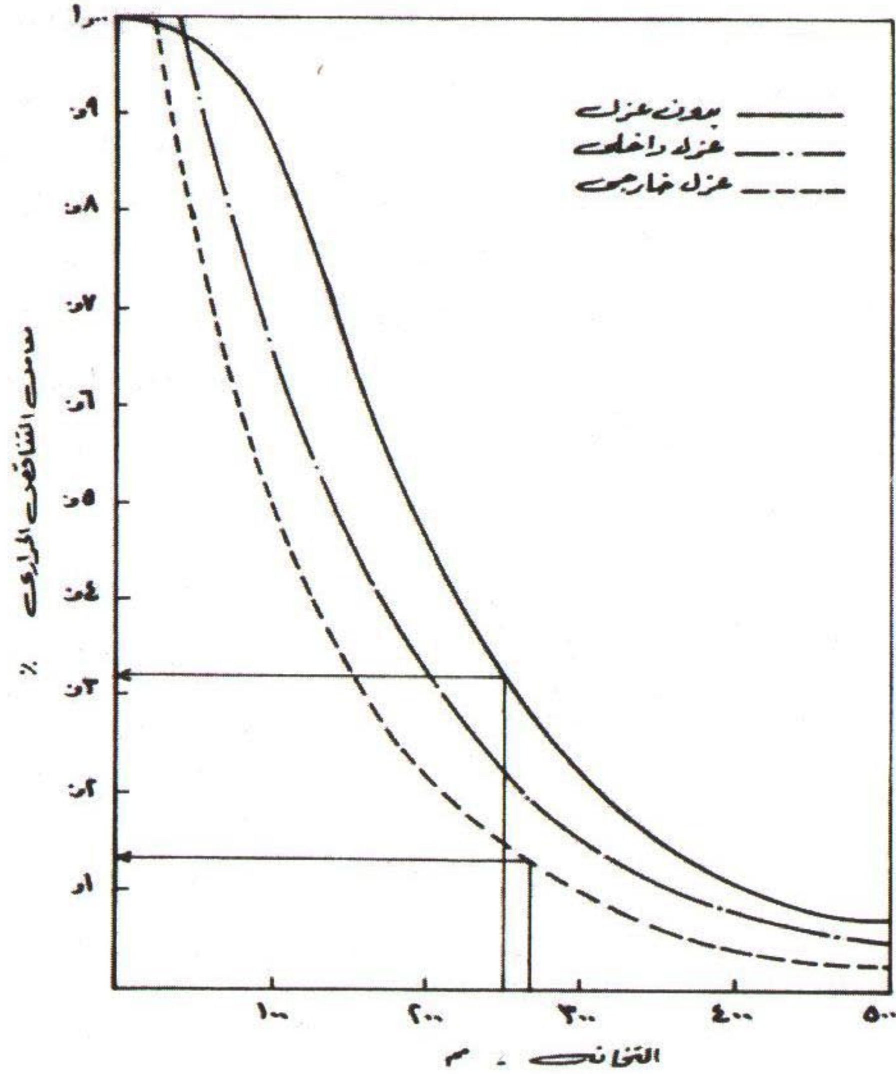
ϕ التخلف الزمنى للجدار أو للسقف، أنظر الشكل رقم (٥ - ٣).

λ معامل التناقص الحرارى للجدار يمكن حسابها من الجدول ، أنظر شكل رقم (٥-٤)

$T_{eo,t-\phi}$. درجة حرارة الجو الخارجى المحيط عند الزمن $t-\phi$.



شكل (٥-٣) العلاقة بين زمن التأخير الحرارى وتخانة الحوائط أو الأسقف لمنشآت ذات كثافات مختلفة وبدون عزل حرارى

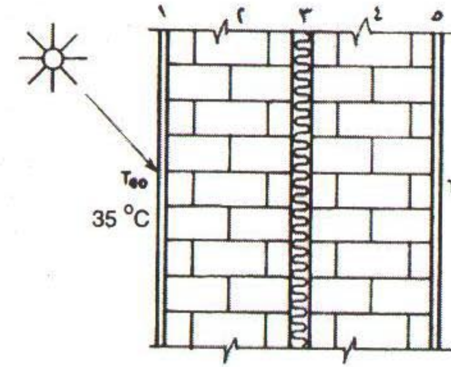


شكل (٥-٤) العلاقة بين معامل التناقص الحرارى وسمك الحوائط أو الأسقف بالمنشآت بدون عزل وذات عزل داخلى وخارجى

٥-١١ اختيار المادة العازلة :

عند اختيار المادة العازلة للحرارة يجب تحديد التخانة المثلى التى يجب إضافتها لتقليل سريان الحرارة والتى تحقق القيمة المثلى للانتقالية الحرارية الكلية للحائط طبقاً للكودات المصرية لشروط وتنفيذ بنود أعمال العزل الحرارى الجارى إعدادها. وبعد تعيين التخانة يمكن حساب التكلفة الاقتصادية لاستخدام وتركيب المادة العازلة - فيمكن استخدام مادة عازلة بتخانة أكبر من مادة أخرى ولكن أرخص سعراً من الأولى.

مكونات الحائط المعزول :



١ - لياسة أسمنتية خارجية ٢ سم

٢ - طوب طفلى ١٢.٥ سم

٣ - مادة عازلة

٤ - طوب طفلى ١٢.٥ سم

٥ - لياسة أسمنتية داخلية ٢ سم

معادلة حساب التدفق الحرارى فى حالة الاتزان الحرارى كالآتى :

$$Q = U\,A\,(\Delta T) \qquad \text{(وات)}$$

وحيث أن U هو معامل انتقال الحرارة الكلى والقيمة المثلى للحصول على أحسن ظروف حرارية مريحة هى ٥ر٠ وات /م ٢. م°. حيث أن

$$R_T = \frac{1}{U} \qquad \text{(م٢.س° / وات)}$$

ويمكن حساب المقاومة الكلية لحائط بحساب المقاومات لكل عنصر على حدة وجمعها جبريا كالآتى :

$$R_t = + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_i$$

$$R_t = 0.055 + \frac{.02}{1.00} + \frac{.125}{.600} + \frac{L_3}{K_3} + \frac{0.125}{0.600} + \frac{0.02}{1.00} + 0.123$$

$$= 0.055 + .02 + 0.208 + \frac{L_3}{K_3} + 0.208 + .02 + 0.123$$

$$= 0.6334 + \frac{L}{K} \qquad \text{(م٢. س° / وات)}$$

وحيث أن $R_t = 2$ وهى مقلوب U فنجد أن :

$$\frac{L}{K} = 1.366$$

$$L = 1.366 * K \qquad \text{(متر)}$$

فنجد أن البوليستيرين المشكل : ١.٣٦٦ × ٠.٠٣١ = ٠.٠٤٢ م = ٤.٢ سم

سيلتون (٤٠٠) : ١.٣٦٦ × ٠.٠٩٠ = ٠.١٢٣ م = ١٢.٣ سم

فير موكليت : ١.٣٦٦ × ٠.٠٤٥ = ٠.٠٦١ م = ٦.١ سم

أى أن ٤.٢ سم من البوليستيرين تكافىء ١٢.٣ من السيلتون، ٦.٠ سم من الفيرموكليت. والتى تعطى نفس الشروط الحرارية الداخلية.

٥-١٢ التنبؤ بالمتوسط اليومى لدرجات حرارة الجو الداخلى المحيط

Mean Internal Environmental Temperature; ($\overline{Tei}$)

يمكن تعيين المتوسط اليومى لدرجة حرارة الجو الداخلى المحيط بمعلومية المتوسط اليومى لدرجة حرارة الجو الخارجى المحيط ودرجة حرارة الهواء الخارجى المظلل ومساحة النوافذ للواجهة ومساحة الأجزاء المصمتة من الواجهة المعرضة وبمعلومية

الانتقالية الحرارية الكلية للنوافذ والأجزاء المصمتة والتهوية الطبيعية من العلاقة التالية :

$$\overline{T}_{ei} = \frac{\overline{Q}_t + (\Sigma A_g U_g + C_v)\,\overline{T}_{ao} + \Sigma A_w U_w\,\overline{T}_{eo}}{(\Sigma A_g U_g + C_v) + \Sigma A_w U_w}$$

حيث أن

Q_t الاكتساب الحرارى الكلى $\qquad \overline{Q}_t = \overline{Q}_s + \overline{Q}_c + ...$

Q_s الاكتساب الحرارى من النوافذ

$$Q_s = A_g (SC)(SHGF) \qquad ....(30)$$

Q_c الاكتساب الحرارى العارض للمبنى ويتضمن عدد الأفراد والإضاءة الصناعية وفترة استعمالها وتشغيل أجهزة التكييف وفترات الاستعمال وخلافه ويمكن تقديرها من العلاقة التالية :

$$\overline{Q}_c = \frac{(q_{CL} * t_1) + (q_{cp} * t_2) + ...}{24} \qquad ....(31)$$

حيث أن

q_{cL} الاكتساب اللحظى العارض من الإضاءة الصناعية، (وات)

q_{cL} الاكتساب اللحظى العارض من الأفراد، (وات)

t_1 , t_2 الفترة الزمنية لأشغال المبنى والفترة الزمنية لاستعمال الإضاءة الصناعية، (ساعة)

مثال تطبيقى : احسب المتوسط اليومى لدرجة حرارة الجو الداخلى المحيط لحجرة مكتب بالطابق الثالث فى مبنى متعدد الطوابق ذات الواجهة الجنوبية خلال فصل الصيف (شهر يونيو) بالقاهرة. علماً بأن مساحة الحجرة ٤ × ٥ م وارتفاع السقف ٣ م

ومساحة النافذة ٢ × ٣٫٥م٢. الحجرة بدون إضاءة صناعية ولا يشغلها أحد. علماً بأن سرعة الرياح بالموقع حوالى ٣ م / ث.

الحل :

$$n = 0.49 + 0.09 * 3 = 0.49 + 0.27 = 0.76 \quad h^{-1}$$

$$C_v = \frac{1}{3}\, nV = \frac{1}{3} * 0.76 \times (4*5*3) = 15.2 \ W/°C$$

$$A_g = 2 \times 3.5 = 7\ m^2 \ , \ U_g = 5.91 \ , \ SC = 1.01$$

$$A_w = 12 - 7 = 5\ m^2 \ , \ U_w = 2.5 \ W/m^2.°C$$

$$(SHGF)_S = 154.4 \ , \ T_{ao} = 27.1 \ , \ T_{es} = 31.1$$

$$\overline{Q}_t = \overline{Q}_c + \overline{Q}_s = 0 + 7\,(1.01)\,(154.4) = 1091.6 \ W$$

$$\overline{T}_{ei} = \frac{109.6 + (7*5.91 + 15.2) \times 27.1 + (5*2.5)\,31.1}{(7*5.91 + 15.2) + (5*2.5)} = \frac{3013.4}{69.07}$$

$$\overline{T}_{ei} = 43.6\ °C$$

٥-١٣ المواد العازلة للحرارة

يعتبر تزويد المبانى بالمواد العازلة للحرارة أمراً ضرورياً وحيوياً لتوفير وترشيد الطاقة المستهلكة فى عمليات التبريد صيفاً والتدفئة شتاءً. ويهدف من استخدام المواد العازلة للحرارة فى تقليل انتقال الحرارة خلال العناصر الإنشائية الخارجية للمبانى وتهيئة مناخ داخلى مريح وصحى مما يؤثر بصورة مباشرة على كفاءة العمل والإنتاج بالإضافة إلى أنها ذات مردود اقتصادى كبير ويمكن التفرقة بين العوازل الحرارية بأنها ذات كثافة ظاهرية منخفضة وموصلية حرارة متدنية (أقل من ١ وات /م.سْ) ويرجع سبب قلة الوزن إلى احتوائها على مساحات أو فراغات مملوءة بالهواء أو الغاز والذى

يشكل نسبة حوالى ٧٥٪ أو أكثر من حجم المادة ويمكن تصنيف المواد العازلة إما طبقاً لتركيب الفراغات أو حسب منشأ المواد العازلة أو شكلها النهائى أو تركيبها الكيميائى.

تصنيف المواد العازلة للحرارة:

هناك أربع مجموعات من المواد العازلة تختلف فى طبيعة تركيب الفراغات بها وهى:

أ- مواد ذات تركيب ليفى

وهى المواد المكونة من ألياف شعرية يتخللها الهواء ويمكن أن تكون مواد معدنية (حجرية) كالألياف الزجاجية والصوف الصخري والتى يجرى تصنيفها بتحويل المادة عن طريق الصهر أو العزل إلى ألياف دقيقة.

ب- مواد ذات تركيب خلوى

وهى مواد يمكن تقسيمها إلى مواد عازلة عضوية وأخرى غير عضوية ويمتاز تركيبها بصغر حجم الفراغات وموزعة بشكل متجانس ومن أمثالها الزجاج الرغوى والخرسانة الخفيفة الرغوية والخلوية إما المواد العضوية فيمثلها البوليسترين بنوعيه. هناك مواد ذات خلايا مفتوحة ومواد ذات خلايا مغلقة. وتعتبر غالبية اللدائن الرغوية ذات خلايا مغلقة.

جـ- مواد ذات تركيب مسامى

تتكون هذه المواد من مواد ذات مسافات شعرية مثل الخشب والقش أو كبعض الحجارة البركانية.

د- مواد ذات تركيب رقائقى أو قشور:

تتكون من جزيئات صغيرة على شكل قشور متراكمة أو رقائق يتخللها الهواء ذات وزن خفيف. ومن أهم هذه المواد الفيرموكليت والمايكا الممدة.

المـــراجع

1 - ASHRAE, "handbook of fundamentals" American Society of Heating, Refrogetating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta. 1997.

2 - E.H. Mathews and P.G. Richard "A tool for Predicting Hourly Air Temperature and Sensible Energy Loads in Buildings at Sketch Design Stage", Engry and Buildings, Vol. 14, PP. 61-80, (1989).

3 - G.B. Hanna, Thermal Response of the External Walls Towards an Energy Conservation, ASRE. 86, vol. 1, pp. 93-103, March 23-28, (1986), Cairo, Egypt.

4 - G.B. Hanna etal, "Thermal and Acoustical Requirements of Teaching Spaces of School Buildings in Egypt "Building Research Center & UNESCO, (1977).

5 - H.Y. Wong, "HeatTransfer for Engineersm", "Longman, London, (1997).

6 - IHVE Guide, Book A, (1970).

7 - J.R Simon "Engineering Heat Transfer", Macmillan Press LTD, London, (1975).

8- M. Saad and G.B. Hanna "A Techinque for Measuring the Thermal Transmittance and Thermal Performance of Composite Walls" 1st World Renewable Engery Congress, Reading, UK, 23-28 Sept, (1990), Vol 3, pp. 1358-1362.

9 - M.S. Sodha et al, "Solar Passive Buildings", Science & Design, Pergamon Press, Vol. 2, (1986).

10- BS 5925, Code of Practice, "Design of Buildings: Ventilation Principles and Designing for Natural Vrntilation, (1980).

١١ - دليل مواد العزل الحرارى للمبانى بمصر

إعداد : ء. د. چورچ باسيلى حنا، مركز بحوث البناء وأكاديمية البحث العلمى والتكنولوچيا،(١٩٩١).

٦
التصميم الصوتى للمبانى

٦

التصميم الصوتى للمبانى

٦- التصميم الصوتى للمبانى

يبدأ التصميم للصوتيات في مبنى باختيار موقع البناء. والخطوات التى يجب اتباعها هى:-

١- اختيار موقع هادئ

٢- عمل مسح ميدانى للضوضاء حتى يمكن حساب كميات المواد العازلة للضوضاء والماصة للصوت للوصول إلى الحد المطلوب للهدوء.

٣- مراعاة ترتيب عناصر المبنى من الداخل حتى تيسر الهدوء.

٤- اختيار الإنشاء المناسب للعزل الصوتى.

٥- دراسة كيفية التحكم فى الضوضاء داخل المبنى سواءً الضوضاء الناتجة من الخارج ويحملها الهواء إلي الداخل أو الضوضاء الموجودة بالمبنى أو الناشئة من هيكل الإنشاء نفسه (مثل الضوضاء الناشئة من المصاعد. السلالم – قفل الأبواب – المشي على الأرضيات.. الخ).

٦- تصميم شكل الحجرات بحيث تسهل انتشار الصوت فى كل أجزاء الحجرة بوضوح وبدون مشاكل صوتية.

٧- اختيار وتوزيع المواد العازلة للصوت وكذلك المواد العاكسة للصوت وطرق الإنشاء المناسبة والكافية لتوزيع صوتى جيد.

٨- الإشراف على تركيب المواد التي يتوقف حسن أدائها على طريقة تركيبها.

٩- إعداد تعليمات خاصة بكيفية الصيانة تبين :

أ- كيفية تنظيف المواد الخاصة بالصوتيات وكيفية إعادتها إلى شكلها الأصلى.

ب- وصف الأثاث الذى يجب أن يوضع فى المكان حتى لا تتأثر صوتيات الحجرة الأصلية.

جـ- تحديد كمية الرطوبة التى يجب ألا تتعداها فى المكان لضمان نوعية صوتيات المكان.

٦-١ المتطلبات اللازمة لأداء صوتى جيد

عند تصميم الأماكن المعدة للاستماع الصوتى وخاصة الموسيقى يكون العامل الأهم هو تقوية الصوت ونوعية المزج الصوتى التى يجب أن تكون فى هرمونية مع فراغ المكان لأن المكان نفسه يعمل بالمشاركة مع باقى الآلات الموسيقية حيث إن الآلات الموسيقية تعمل على ذبذبة الحوائط والأسقف وهذه الأخيرة تؤثر على صوتيات المكان.

ولذلك يجب عند تصميم الأماكن المعدة للاستماع مراعاة الآتى :

أ- العمل على تخفيض الضوضاء سواءً الخارجية أو الداخلية إلى الحد الذى لا يؤثر على قدرة السمع الجيد إلى الحديث أو الموسيقى.

ب- يجب العمل على تقوية الصوت وخاصة بالنسبة للجالسين فى المقاعد الخلفية البعيدة عن مصدر الصوت.

جـ- يجب أن يكون هناك تناسب بين المسافات التى يقطعها الصوت للوصل إلى أذن المستمع سواءً من مسافة الصوت المباشر أو المسافات التى يقطعها الصوت المنعكس من الحوائط المختلفة وذلك باتباع تناسب مقاسات الحجرة بحيث لاتزيد نسبة طول الحجرة إلى عرضها عن ٢ : ١ ويكون الارتفاع فى حدود ثلث العرض فى الصالات الكبيرة وثلثى العرض فى الصالات الصغيرة.

د- عند تصميم الحوائط الجانبية بالنسبة لاتجاه الحجرة ومصدر الصوت. يراعى أن تعكس هذه الحوائط الصوت من المصدر إلى الجالسين بالمقاعد الخلفية سواءً بالصالة أو بالبلكون.

هـ- زمن الترجيع الصوتى هو العامل الحاسم فى تحديد كفاءة المكان للصوت وهو ما سيأتى شرحه فيما بعد. يجب أن يكون من ٠.٥ ثانيه حتى واحد ثانية للصالات المعدة للمحاضرات ومن واحد ثانية حتى ١.٧ ثانية للموسيقي والسينما وتزيد هذه المدة فى حالة صالات الأوبرا وقد تصل إلي ٢.٢ ثانيه.

و- يجب أن يكون الأداء الصوتي متساوي فى جميع أركان الحجرة وهذا يمكن أن يتحقق بالتصميم السليم للأسطح العاكسة للصوت (الحوائط- الأرضيات- والأسقف) وفى حالة تعذر تحقيق ذلك خاصة فى الصالات الكبيرة يجب الاستعانة بمكبرات الصوت الالكترونية. ويستطيع المستمع العادى أن يستمتع بحديث درجته الصوتية ٦٥ ديسيبل حتى لو كان مستوى الضوضاء ٤٠ ديسيبل. أما إذا زادت الضوضاء عن هذا الحد فيجب أن ترفع درجة الصوت بالمقابل (لاحظ أن أذن الإنسان تستطيع سماع درجة صوت حتى ١٢٠ ديسيبل أما إذا زادت درجة الصوت عن هذا الحد يشعر الإنسان بألم شديد بالأذن وأى زيادة عن هذا الحد تؤدى إلى فقدان طبلة الأذن).

ولمعرفة ما إذا كان المكان ملائم للاستماع الصوتى من عدمه. تجرى تجربة بسيطة وهى أن يتم توزيع أشخاص فى أماكن مختلفة بالمكان ويقف المتكلم على خشبة المسرح وينطق بألف كلمة فإذا سمع منها الحاضرون والموزعون فى الأماكن المختلفة ٨٥٠ كلمة فإن كفاءة المكان تعتبر جيدة بمقدار ٨٥٪ وهذه هى أقل قيمة مطلوبة للأماكن المعدة للاستماع الصوتى وإلا سوف يشعر الجالسون بالإرهاق والضيق الشديد.

إن مستوى الضوضاء داخل المكان مع وجود أشخاص هو فى الحقيقة قيمة متغيرة تعتمد على مقاس المكان وعمر الحاضرين ولكن هى فى المتوسط فى حدود ٤٠ ديسيبل ولذلك يجب ألاتزيد الضوضاء داخل أى مكان للاستماع الصوتى عن ٣٥ ديسيبل وهى خالية من الجمهور.

إن الصوت داخل الفراغات أقوى من الصوت فى الهواء الطلق لأن الصوت داخل الفراغات يتأثر بحوائط الغرفة لأن الحوائط تعكس الصوت وترجعه مرة أخرى للمستمع ولذلك فإن تشكيل المكان يلعب دوراً كبيراً فى الأداء الصوتى. ويجب أن تساعد الانعكاسات من الحوائط الفرق الموسيقية على سماع بعضها البعض حتى يتحدوا فى الأداء الموسيقى أو التمثيل - نأخذ مثلا لاعب على العود يجلس على بعد ١٠ أمتار من زميله الذى يلعب على الناى فكيف يكون الأداء إذا لم تكن هناك عواكس للصوت تجعله يسمع زميله على هذا البعد بالإضافة إلى ذلك فإن ضارب العود قد يكون جالسا بجوار من يلعب على القانون والذى يكون مستوى الصوت الناتج منه أعلا عشر مرات مما يسمعه من زميله اللاعب على الناى. إذا يجب أن يكون هناك تصميم جيد واجب الاتباع فى المكان لإمكان التوافق بين كل أفراد الفرقة الموسيقية. ولن يتم ذلك إلا إذا كان التصميم يوفر توزيعاً جيداً للصوت.

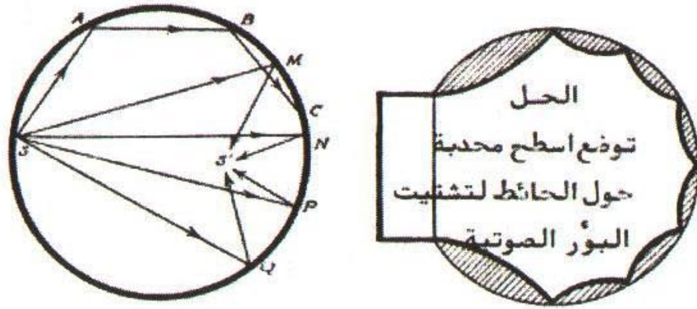
أضف إلى ذلك أن خواص الصوت فى صالة معدة للحديث خلاف خواص الصوت فى صالة معدة للموسيقى لأن زمن الترجيع فى كل منهما يختلف عن الآخر وعليه لكى يكون التصميم ملائما لكل ذلك يجب اتباع الإرشادات التالية:-

٦-٢ تصميم شكل الصالة :

٦-٢-١ المسقط الأفقى: يجب أن يصمم المسقط الأفقى بحيث يتيح لأكبر عدد من الجمهور الجلوس فى الصفوف الأمامية وبالرغم من ذلك لا يجب أن يكون شكل الصالة مربعاً بل النسبة المناسبة هى أن تكون نسبة العرض إلى الطول لا تقل عن ١:٢. لأن من طبيعة الصوت أن ينتشر من المصدر إلى الأمام أكثر من الجانبين بالإضافة إلى أن زاوية الرؤية تكون أكثر راحة. حيث إن الرؤية من الزوايا القريبة من محور الصالة أفضل كثيراً من الزوايا البعيدة عن المحور وقد ثبت أن النسبة المثالية بين عرض الصالة وطولها ١ : ١.٢.

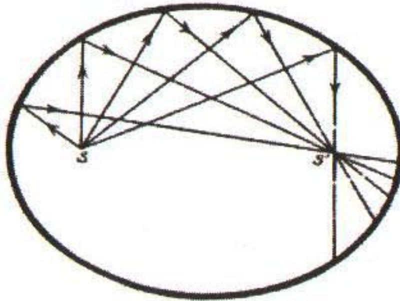
ويجب الابتعاد عن الأشكال الدائرية والشكل البيضاوى لأن الشكل الدائرى يتسبب

فى مشكلتين : المشكلة الأولى عبارة عن تكون بؤرة صوتية داخل الصالة والمشكلة الثانية هى دوران الصوت حول حوائط الصالة المستديرة كما فى شكل (٦-١).

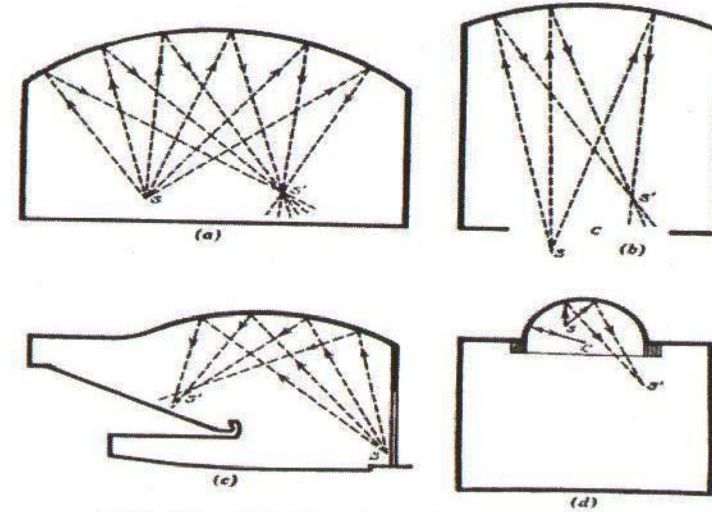


شكل (٦-١) الشكل الدائرى يتسبب فى تكون بؤر صوتية داخل الصالة ودوران الصوت حول الحائط

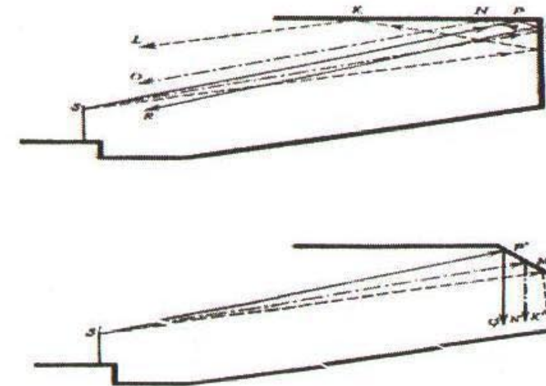
أما الشكل البيضاوى فيكون بؤرة صوتية داخل الصالة أيضا كما فى شكل (٦-٢).



شكل (٦-٢) الشكل البيضاوى يكون بؤرة صوتية داخل الصالة



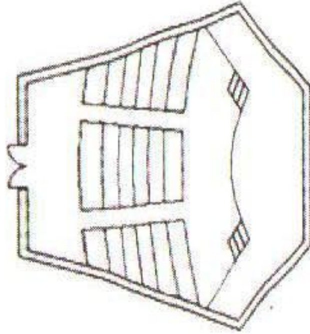
شكل (٦-٣) يبين عيوب تكون بؤر صوتية نتيجة أستخدام القباب والقبوات فى تغطية الصالات



شكل (٦-٤) يبين إمالة الثلث العلوى من الحائط الخلفى ليعكس الصوت إلى الصفوف الخلفية بدلا من إرجاعه إلى المصدر

وينتج عن وجود بؤر صوتية فى الصالة عدم وجود توزيع متجانس للصوت وسماع مصادر صوتية خلاف الصوت الأصلى موزعة داخل الصالة.

ولإمكان تفادى عيوب المسقط الأفقى مع جعل أكبر عدد من الكراسى فى الصفوف الأمامية يمكن جعل الصالة على شكل شبه منحرف قاعدته ناحية المسرح كما بالشكل (٦-٥).



شكل (٦-٥) زيادة الكراسى فى الصفوف الامامية

ومن المهم فى تصميم المسقط الأفقى ألا يزيد الفرق بين المسافة التى يقطعها الصوت المنعكس والمسافة بين الصوت المباشر عن ٢٣ متراً سواء كان الصوت منعكساً من السقف أو من الحوائط الجانبية بالنسبة للجالس فى الصالة، لأن الصوت المباشر سيصل إلى المستمع قبل وصول الصوت المنعكس بدرجة ملحوظة لأن سرعة الصوت فى الهواء هى ٣٣٣ متراً فى الثانية وقد اتفق على ألا يزيد الفرق الزمنى بين وصول الصوت المباشر والصوت المنعكس عن ٧٠ مللى ثانيه

ويمكن حساب هذا الزمن من القانون التالى:

$$\text{زمن التأخير الصوتى} = \frac{\text{فرق المسافة بين الصوت المنعكس والصوت المباشر} \times ١٠٠٠}{\text{سرعة الصوت}}$$

مثال:

إذا كان طول مسار الصوت المنعكس هو ٤٠ متراً وطول مسار الصوت المباشر هو ١٠ أمتار أوجد زمن التأخير الصوتى.

الحل:

زمن التأخير الصوتى = $\frac{(٤٠ - ١٠) \times ١٠٠٠}{٣٣٣}$ = ٩٠ مللى ثانيه

وحيث إن هذا الناتج أكبر من ٧٠ مللى ثانية فإنه يجب أن يعاد تصميم المكان حتى يصل هذا الزمن إلى أقل من ٧٠ مللى ثانية. ويجب حساب زمن التأخير الصوتى من الحوائط الجانبية وليس من السقف فقط، لذلك فإن اتباع النسب المذكورة سابقا عن مقاسات الصالة يؤدى إلى سهولة تصميم الصالة ويلاحظ أن تؤخذ نقط مختلفة فى الصالة وحساب زمن التأخير الصوتى بها وليس فقط فى وسط الصالة.

٦-٢-٢ وضع الكراسى بالصالة

إن وضع صفوف المقاعد بالصالة على مستوى مائل إلى أعلا يتيح للناس مشاهدة أفضل وكذلك السمع الجيد لأن الصوت المنتشر يصل إلى الأذن مباشرة بدون أن يحجبه الجالس فى المقاعد الأمامية وأيضا وجود الناس لتواجه الصوت تجعل منهم مواد ماصة للصوت. ويكون من المناسب أن يميل مستوى الأرضية بزاوية مقدارها ٧ درجات لصالات الاحتفالات و١٥ درجة لمدرجات المحاضرات بالمدارس والمعاهد والجامعات ويمكن زيادة الميل عن هذا الحد بوضع درج إذا كان ذلك لا يشكل تكلفة عالية.

٦-٣ السقف

يجب أن يصمم السقف بحيث يعكس الصوت إلى الصفوف الخلفية البعيدة عن خشبة المسرح. ولاتوجد قاعدة لتحديد شكل السقف الذى يعكس الصوت ولكن باستخدام قانون زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس يمكن عمل تشكيلات جيدة

للسقف. وعموماً فإن التكسيرات الكثيرة فى السقف تساعد على مزج الصوت بدلاً من تجميعه فى مكان واحد فى نهاية الصالة.

بالنسبة لارتفاع الصالة يراعى ألا تسبب تأخير زمنى للصوت المنعكس للجالسين بالصفوف الخلفية ولذلك فإنه فى الصالات الصغيرة فإن إرتفاع السقف يكون ٢/٣ العرض ويكون الإرتفاع ١/٣ فى حالة الصالات الكبيرة.

يجب الابتعاد عن عمل أسطح مقعرة بالسقف مثل القباب والقبوات وما يماثلها لأن ذلك يتسبب فى تكوين بؤرة صوتية فى الصالة مما يخل بالتوزيع المتجانس للصوت.

وفى حالة اللجوء إلى عمل قباب وأقبية لأسباب كلاسيكية أو لإيحاءات معينة يمكن عمل ذلك بشرط أن يكون نصف قطر التقعر إما ضعف ارتفاع السقف أو أقل من نصف الارتفاع حتى تكون البؤرة الصوتية إما أعلا رؤوس الجمهور أو تحت الأرض ولذا يجب أن يكون نصف قطر التقعر يساوى ارتفاع السقف حتى لا تتكون البؤرة على أذن الجمهور وهذا يسبب مشاكل صوتية وتوزيع صوتى سئ شكل (٦-٤). ولكى يمكن تجنب الموجات الصوتية الساكنة Flutter Echo لا يجب أن يكون السقف ناعماً وموازياً للأرضية لأنه إذا كانت الأرضية ناعمة أيضا فإن الموجات الساكنة ستظل تتردد بين السطحين لمدد طويلة تعاكس الصوت الأصلى.

٦-٤ الحوائط الجانبية:

يجب أن تكون وظيفة الحوائط الجانبية هى تقوية الصوت فى نهاية الصالة عند الصفوف الخلفية فى حالة الصالات الكبيرة وخاصة إذا كان لا يستخدم فيها مكبرات صوت.

ولأن الحوائط الجانبية تتبع شكل المسقط الأفقى فيجب أن يجرى تشكيلها بحيث تعكس الصوت من المصدر إلى الصفوف الخلفية مستخدماً فيها قانون الانعكاس أى زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس. ويجب عند تصميم الحوائط ألا تسبب تأخير

زمنى للصوت وألا تسبب تجميع للانعكاسات عند نقطة فى نهاية الصالة، وألا تسبب فى وجود بؤرة صوتية. فإذا ما ثبت أن بعض هذه الحوائط سوف تتسبب فى مثل هذه العيوب فيجب فى هذه الحالة أن تكون الحوائط غير ناعمة أو عاكسة للصوت ويمكن بدلاً من ذلك جعلها تشتت الصوت الساقط عليها بواسطة عمل تكسيرات وإنحناءات بأشكال هندسية مختلفة بالحائط المطلوب تصميمية.

٦-٥ الحائط الخلفى

بسبب تشكيل الكراسى بالصالة على شكل أقواس يلجأ المهندس إلى عمل الحائط الخلفى على شكل قوس حتى يتمشى مع وضع صفوف الكراسى وهذا يسبب مشاكل صوتية عند خشبة المسرح إذ يتجمع الصوت هناك علاوة على تأخر زمنى للصوت بطريقة ملحوظة للجالسين فى المقاعد الأمامية ولذلك يجب عمل الحوائط الخلفية للصالات مستقيمة وليست مقعرة ثم تكسية هذه الحوائط بمواد عالية الإمتصاص الصوتى بالنسبة لثلثى ارتفاع هذه الحوائط. أما الثلث العلوى فيجب أن يعكس الصوت إلى الصفوف الخلفية حيث يكون الاحتياج لتقوية الصوت عند هذه الأماكن. ويبين شكل (٦-٥)، كيفية الانتفاع من الحائط الخلفى وذلك بإمالة الثلث العلوى إلى داخل الصالة بحيث يعكس الصوت إلى الصفوف الخلفية كما هو مبين بالرسم.

وإذا وجد بلكون بالصالة تطبق هذه الوسيلة على الحائط الخلفى للبلكون.

٦-٦ البلكون

إن التصميم الجيد للبلكون فى صالة سينما أو موسيقى يبرز هذا البلكون داخل الصالة بحيث لا يزيد هذا البروز عن ضعف ارتفاع حرف البلكون عن أرضية الصالة، وإذا زاد العمق عن هذا المقدار لأى سبب يعتبر الجزء العميق أسفل البلكون كأنه صالة أخرى ملحقة وتعامل كأنها صالة جديدة وتصمم كما لو كانت مستقلة، هذا لأنه فى حالة العمق الكبير فإن زمن الترجيع الصوتى لن يتساوى مع زمن الترجيع الصوتى بالصالة

وبالتالى فإن سلوك الصوت فى هذا الفراغ يكون مختلفاً عن ما يجرى فى الصالة الرئيسية (وسيتم شرح زمن الترجيع فيما بعد). أما كوبسته البلكون فيجب إمالتها قليلاً إلى الأمام نحو صفوف الكراسى الموجودة بالصالة لتعكس الصوت إلى أسفل بدلا من إرجاع الصوت إلى المصدر عند خشبة المسرح وتسبب فى تأخير زمنى للصوت المنعكس إلى المسرح.

٦-٧ حجم الصالة بالنسبة لعدد الكراسى

إن الحجم الأمثل للصالة بالنسبة لعدد الكراسى يحدد حسب الرؤية الجيدة والشكل الجمالى للصالة وكذلك مراعاة راحة المستمع. وبالرغم من أن المرغوب فيه هو عمل أقل حجم للصالة بالنسبة إلى عدد المقاعد إلا أنه لا يجب أن يكون ذلك على حساب تزاحم الجمهور. فإذا كانت الصالة مصممة لتسع ١٠٠٠ مشاهد فإن الحجم يحتسب بحيث يشمل ٣.٥ م٣ لكل كرسى. وإذا كان العدد ٢٠٠٠ يكون الحجم ٤ر٧٥م٣ للكرسى. وفى حالة صالات الموسيقى التى تستوعب ١٥٠٠ كرسى يكون الحجم ٤ر٥م٣ لكل كرسى هو المطلوب.

ومن المستحسن عدم زيادة الحجم عن هذه الحدود لأن ذلك سوف ينعكس على التكلفة بالنسبة للإنشاء والصيانة والإضاءة وإعادة ديكورات الصالة وتكييف الهواء وأيضا تنظيفها بينما المطلوب هو خفض التكلفة وكذلك ترشيد الطاقة والاقتصاد. بالإضافة إلى هذه المميزات فإن عدم زيادة حجم الصالة عن الحد المطلوب سوف يوفر فى كميات المواد الماصة للصوت المطلوبة للتحكم فى زمن الترجيع الصوتى وهو العامل الهام فى صلاحية الصالة للغرض سواء بالنسبة للحديث أو للموسيقى كما سيأتى الكلام عنه عند حساب زمن الترجيع الصوتى. أضف إلى ذلك أنه كلما صغر حجم الصالة كلما كان ذلك أفضل للصوت إذ أن الصوت يضعف كلما ازداد حجم الفراغ.

٦-٨ زمن الترجيع الصوتى

كل صوت ينشأ فى مكان يستمر فيه زمنا معينا حتى يتلاشى عن السمع وبانخفاض متدرج. وهذه الخاصية تعطى للصوت حياة فى المكان بعكس الصوت فى الهواء الطلق الذى ينتشر فى الفضاء. والمهم فى زمن الترجيع الصوتى أن يكون فى حدود فترة زمنية محددة. لأن زمن الترجيع إذا استمر أكثر من المقدر له يتداخل مع تسلسل الأصوات المتتابعة ويجعل الصوت غير مفهوم. ولذلك فلا يجب أن يزيد زمن الترجيع الصوتى فى الأماكن المعدة للحديث عن واحد ثانية وفى حالة الموسيقى يكون من واحد ثانية إلى ١.٧ ثانية وتزداد هذه المدة حتى ٢.٣ ثانية فى دور الأوبرا. والعوامل المؤثرة على زمن الترجيع هى حجم الصالة، وكمية المواد الماصة للصوت وكذلك المواد العاكسة للصوت. فإذا ماتم التحكم فى كل هذه المتغيرات أمكن الوصول إلى الزمن المقترح. فمثلا كلما زاد حجم الصالة كلما زاد زمن الترجيع الصوتى وكلما زادت كمية المواد الماصة للصوت كلما قل زمن الترجيع الصوتى. علماً بأن المواد الماصة للصوت تختلف فى نسبة امتصاصها باختلاف ذبذبة الصوت، فهناك مواد ماصة للصوت تمتص الذبذبات العالية أكثر من المنخفضة وأخرى تمتص الذبذبات المنخفضة أكثر من العالية وهكذا. ولذلك فإن توصيف المواد الماصة للصوت لابد أن تذكر نسبة امتصاص المادة لكل من الذبذبات المنخفضة والمتوسطة والعالية. والمتبع معماريا أن يحسب زمن الترجيع بالنسبة للذبذبة المتوسطة ومقدارها ٥١٢ ذبذبة/ثانية.

وتحدد المصانع التى تنتج المواد الماصة للصوت طريقة تركيبها على الحوائط أو الأسقف المعلقة حتى يمكن حساب زمن الترجيع الصوتى بكفاءة حسب المواصفات. ويمكن حساب زمن الترجيع الصوتى بالقانون التالى :

$$\text{زمن الترجيع الصوتى} = \frac{\text{١٦١, ٠ × حجم الصالة}}{\text{المساحة الكلية للصالة × متوسط معامل الامتصاص الصوتى}}$$

والمساحة الكلية للصالة تشمل جميع مسطحات الصالة من سقف وحوائط وأرضية.

ومتوسط معامل الامتصاص الصوتى للمواد المختلفة بحسب كالآتى:-

$$\text{متوسط معامل الامتصاص} = \frac{\text{س}_{\text{١}}\text{م}_{\text{١}} + \text{س}_{\text{٢}}\text{م}_{\text{٢}} + \text{س}_{\text{٣}}\text{م}_{\text{٣}} + \text{......} + \text{......}}{\text{س}_{\text{١}}\text{م}_{\text{١}} + \text{س}_{\text{٢}}\text{م}_{\text{٢}} + \text{س}_{\text{٣}}\text{م}_{\text{٣}} + \text{......} + \text{......}}$$

حيث $\text{س}_{\text{١}}$ = مسطح المادة الماصة للصوت رقم١

$\text{م}_{\text{١}}$ = نسبة امتصاص المادة رقم ١ وهكذا

مثال : صالة مقاسها ١٠ × ١٥ مترا وارتفاع السقف ٤ أمتار. احسب زمن الترجيع الصوتى إذا كان متوسط الامتصاص الصوتى للمادة المستخدمة ٠.٢٤ اذكر لأى غرض تصلح هذه الصالة.

الحل :

$$\text{زمن الترجيع الصوتى} = \frac{\text{٠,١٦١ × (١٠ × ١٥ × ٤)}}{\text{[٢ (١٠ + ١٥) × ٤ + ٢ (١٠ × ١٥)] × ٠,٢٤}}$$

= ٠.٨٠٥ ثانيه

وحيث أن زمن الترجيع أقل من ثانية = ٠.٨٠٥ ثانية، إذاً هذه الصالة تصلح للحديث والمؤتمرات العلمية.

٦-٩ التحكم فى الضوضاء

إن أصعب تجربة يواجهها إنسان أن يفقد قدرة السمع بسبب عامل الضوضاء. إن الضوضاء الشديدة تسبب تمزقاً للأوتار الموجودة فى القوقعة بالأذن الداخلية وتجعل الإنسان يفقد السمع تدريجياً. ولا يمكن تعويض هذه الإصابة مدى الحياة، ولذلك على المعمارى أن يبذل كل جهده فى حماية مبناه من مصادر الضوضاء. هذا علاوة على أن الضوضاء تتعارض مع أنشطة الإنسان وتصرفه عن التركيز فى الانتباه ومن ثم يتعرض للإصابة وخاصة فى المصانع والورش وفى الأماكن العامة أيضاً.

وأبسط قواعد حماية المبنى من الضوضاء هى البعد عن مصادر الضوضاء لأن ذلك

سوف يوفر كثيراً من الحلول التى تقلل من الضوضاء ومن ثم التكلفة. ومثال ذلك : إذا كان المطلوب بناء مدرسة ووجد أن الموقع يطل على شارع كثير الضوضاء فإن التصميم يجب أن يراعى فيه أن يكون مبنى الفصول متعامداً على الشارع ويبعد عنه بقدر ما يسمح به الموقع ثم نزرع المسافة بين مبنى الفصول والشارع بالأشجار الكثيفة ويبنى السور من مواد عاكسة للصوت وبزاويا خاصة تعكس الضوضاء بعيداً عن المبنى.

ولذلك يجب عند اختيار موقع لمبنى يعتبر الهدوء فيه هو العامل الأهم، أن يراعى ألا يكون على ناصية شارعين ولاعلى تل مرتفع لأن السيارات فى هذه المواقع تنتج ضوضاء شديدة سواء بسبب الفرامل أو الصعود أو التصادم، ويجب عمل مسح ميدانى للضوضاء ومعرفة مصادرها المختلفة واتجاه الرياح الآتية من هذه المصادر.

وعند عمل التصميم يجب وضع العناصر التى تشكل ضوضاء فى استخداماتها مع بعضها ووضع العناصر التى تحتاج إلى هدوء فى أهدأ جزء من المبنى مع ملاحظة أن المناور وآبار السلالم والمصاعد تعتبر مصدراً مقلقا عالى الضوضاء. بعد مراعاة الملاحظات السابقة يبدأ المهندس فى استخدام المواد العازلة للصوت والمواد الماصة للصوت. وأبسط المواد العازلة للصوت هى عمل حائطين بينهما فراغ وهذا الترتيب يكون أفضل من حيث عزل الصوت من الحائط السميك. وبالنسبة للشبابيك الزجاج تعمل من لوحين من الزجاج بأسماك مختلفة وجعلها غير متوازيين عند تركيبها بالضلفة.

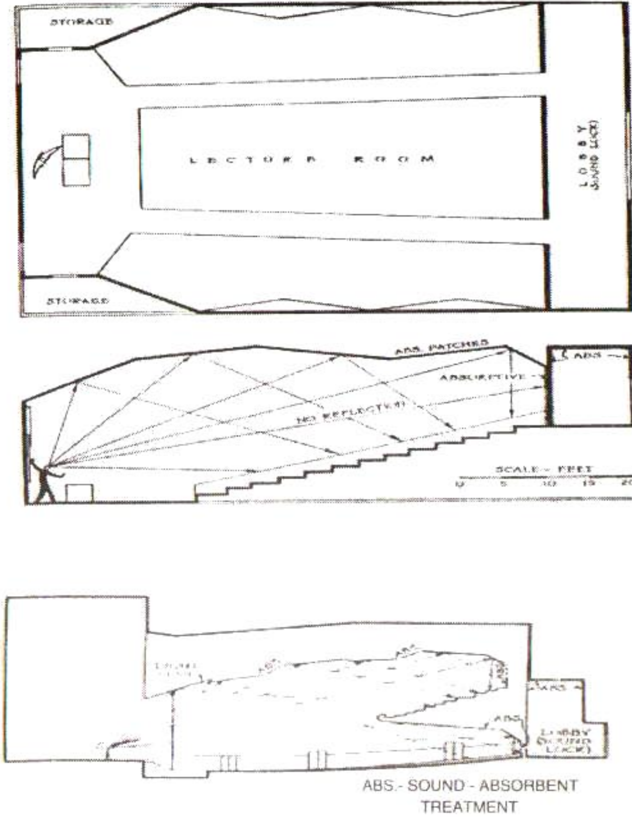
إذا كان شكل الواجهة يستلزم وضع الشبابيك أعلا بعضها على نفس المحور فيجب عمل مظلات أعلا كل شباك حتى لا يتسرب الصوت من الشباك السفلى إلى العلوى وهذا مفيداً أيضا فى حالة الحريق حتى لا ينتشر الحريق فى المبنى.

وإذا كانت الحجرات مرصوصة بجانب بعضها فلا يجب أن تفتح الأبواب بالقرب من بعضها ولا مواجهة لأخرى إذا كانت الحجرات تواجه بعضها البعض.

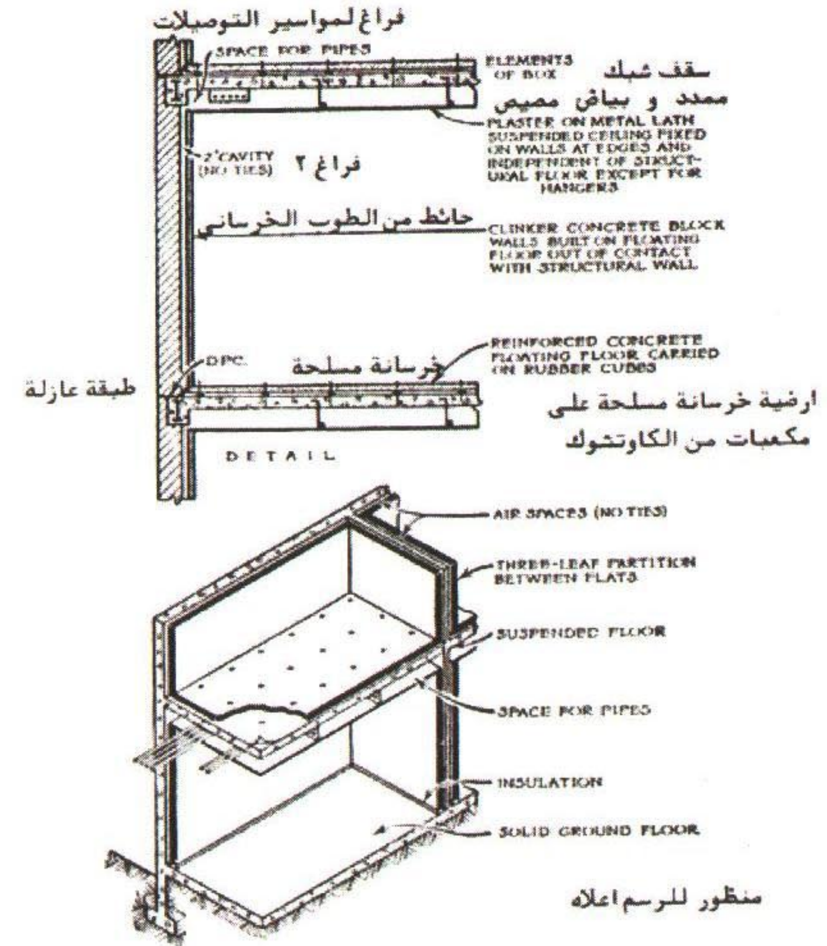
بالنسبة للأجهزة يجب وضعها على مطاط حتى تنخفض ذبذباتها.

وتعتبر الأسقف المعلقة خير عازل للضوضاء الناتجة من الدور العلوى إذا كانت معلقة بواسطة مواد غير موصلة للصوت مثل الخطاف المعزول باللباد أو الزنبرك اللولب (أنظر شكل ٦-٦).

تأتى الخطوة الأخيرة وهى وضع المواد الماصة للصوت على الحوائط والأبواب ولا توضع فى منطقة معينة بل توزع فى الفراغ كله.



شكل (٦-٦) يبين كيفية عمل الحوائط الجانبية غير متوازية وتشكيل السقف ليعكس الصفوف البعيدة عن المسرح



شكل (٦ -٧) يبين الخطاف المستخدم فى تعليق الأسقف المعلقة



ويمكن حساب قيمة الفقد فى الوحدات الصوتية بالديسيبل بالمعادلة التالية :–

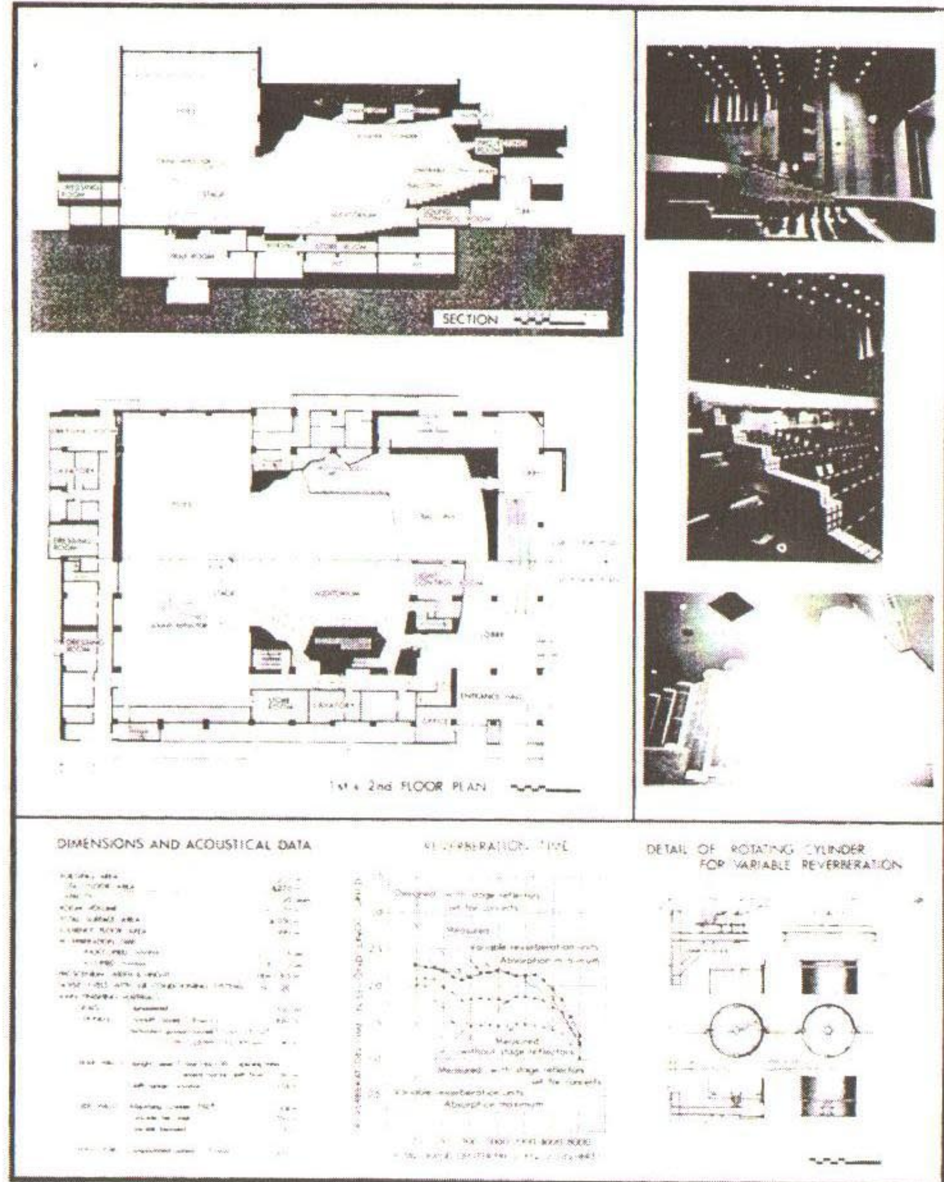
الفقد فى التوصيل الصوتى = ١٠ لو١٠ م/ت ديسيبل

حيث م هى نسبة إمتصاص المواد الماصة للصوت أو متوسطها و ت هى معامل التوصيل الصوتى للمادة أو متوسطها إذا كانت أكثر من مادة.

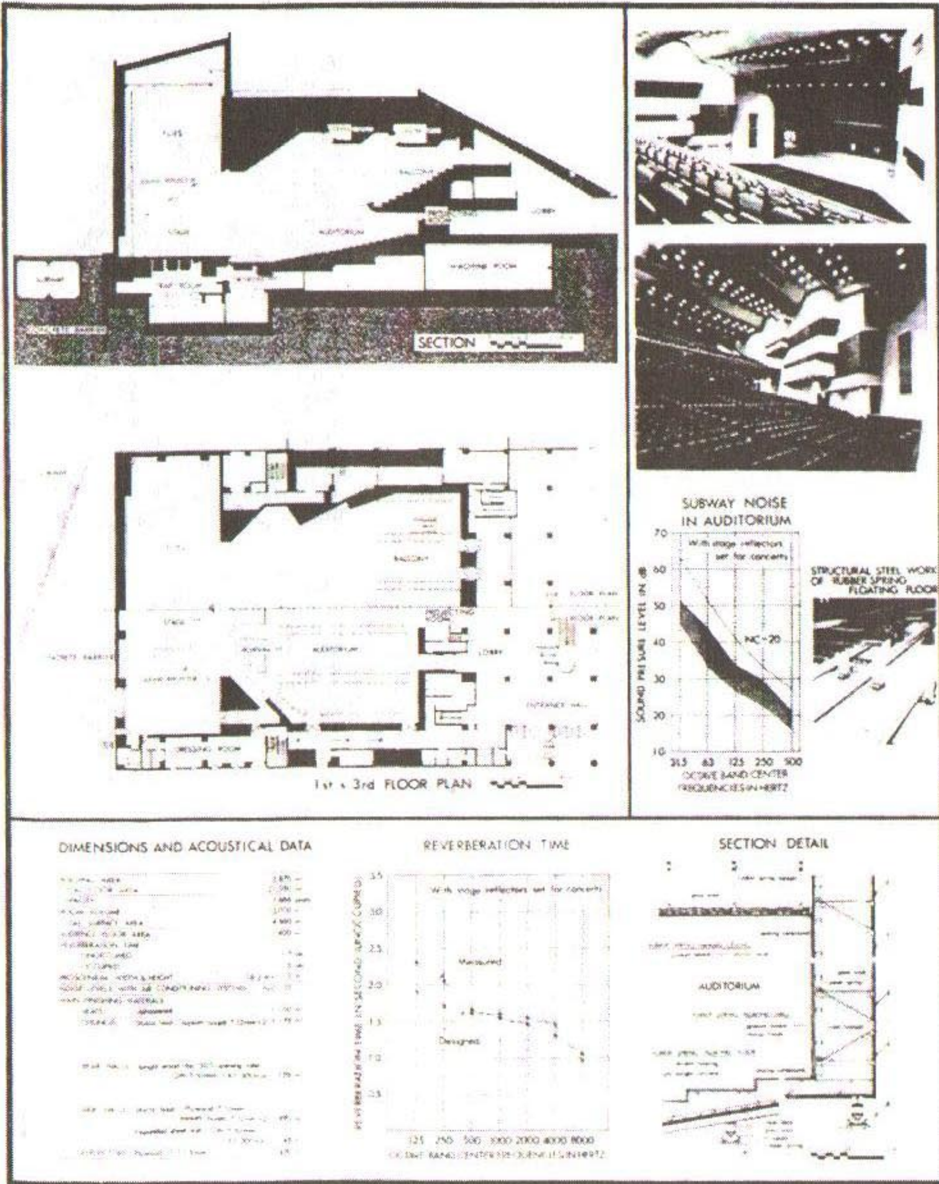
وفى جميع الأحوال إذا كان المطلوب هو الهدوء فيجب ألا يزيد مستوى الضوضاء داخل المكان عن ٤٥ ديسيبل.

وفى الأشكال التالية أمثلة عملية لصالات الاحتفالات.

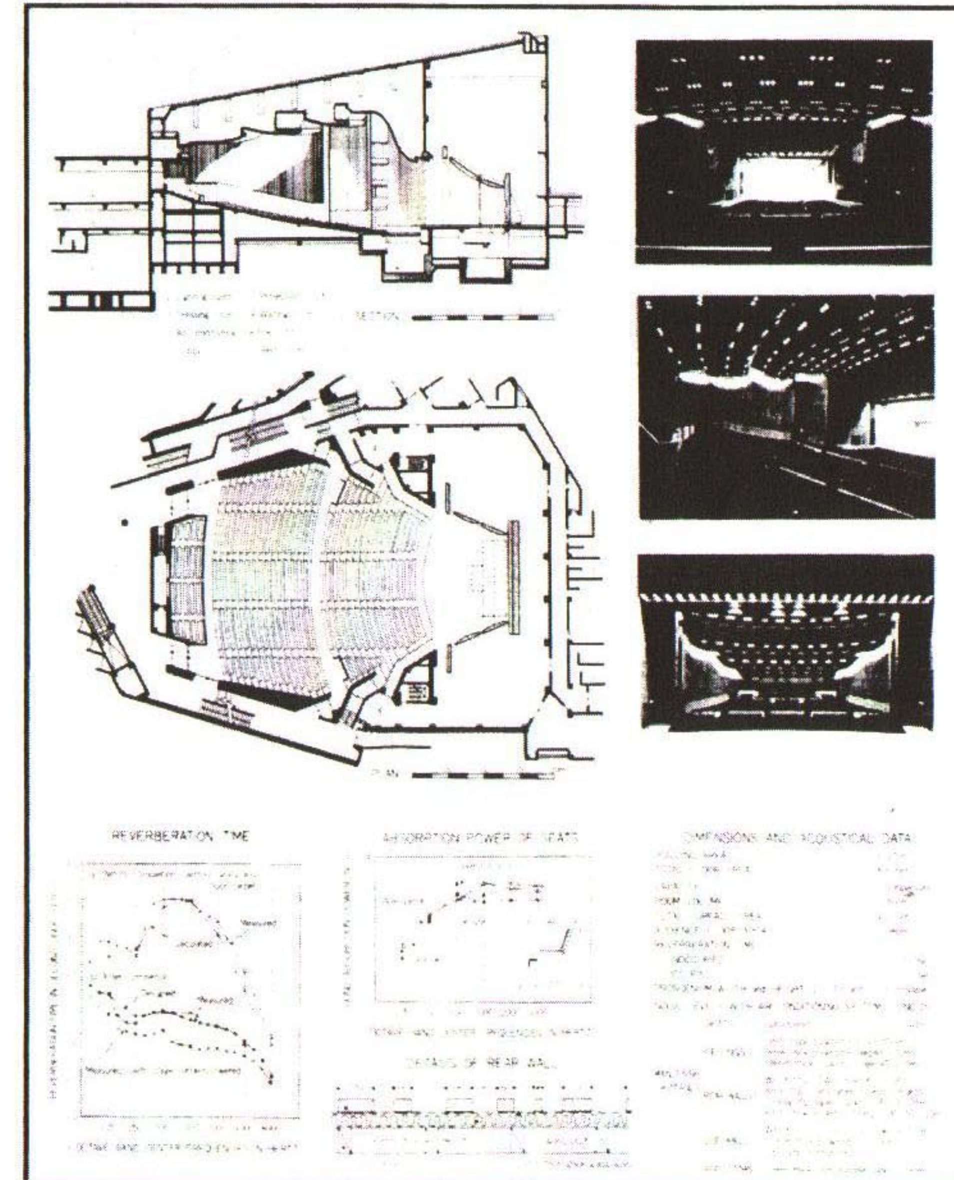
SAPPORO EDUCATIONAL & CULTURAL CENTER HALL
SAPPORO, HOKKAIDO JAPAN
COMPLETED – 1980



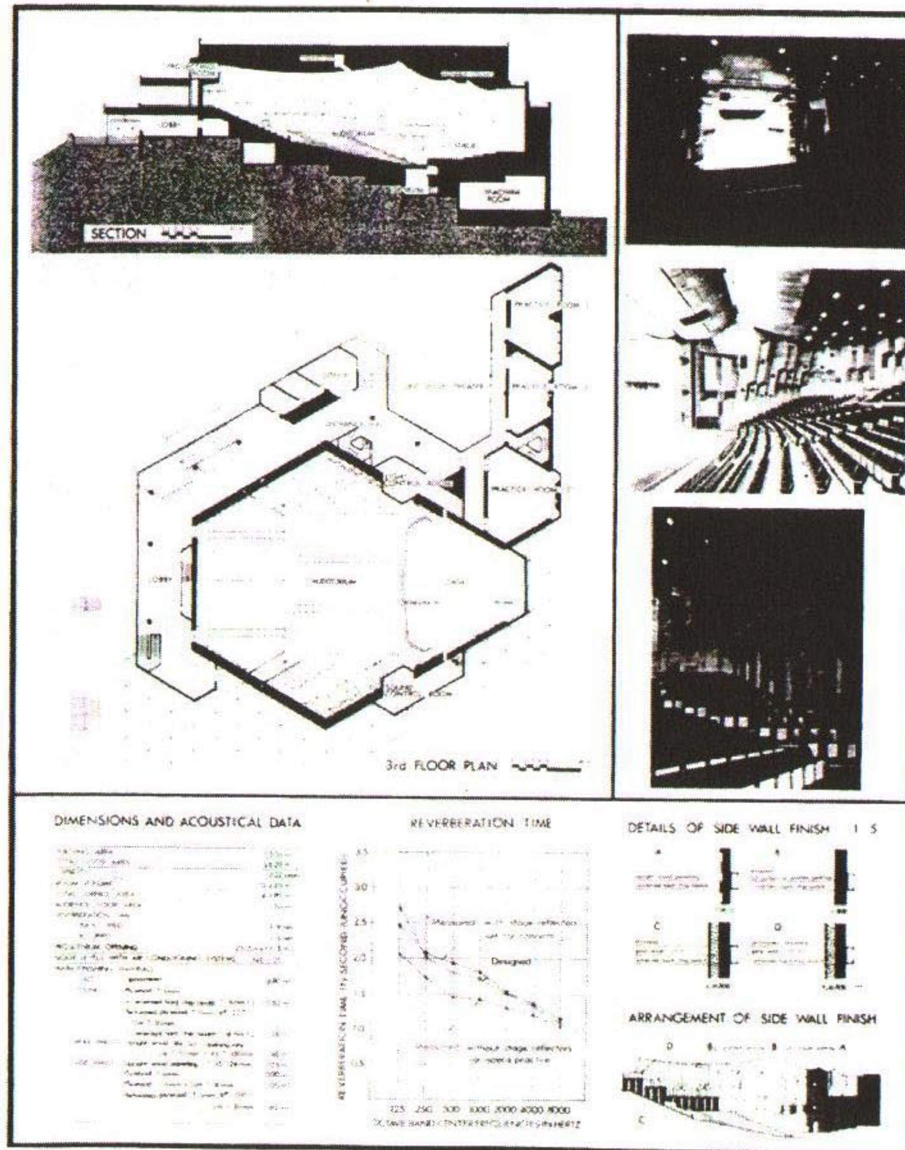
AICHI KOSEINENKIN HALL
NAGOYA, AICHI JAPAN
COMPLETED – 1980



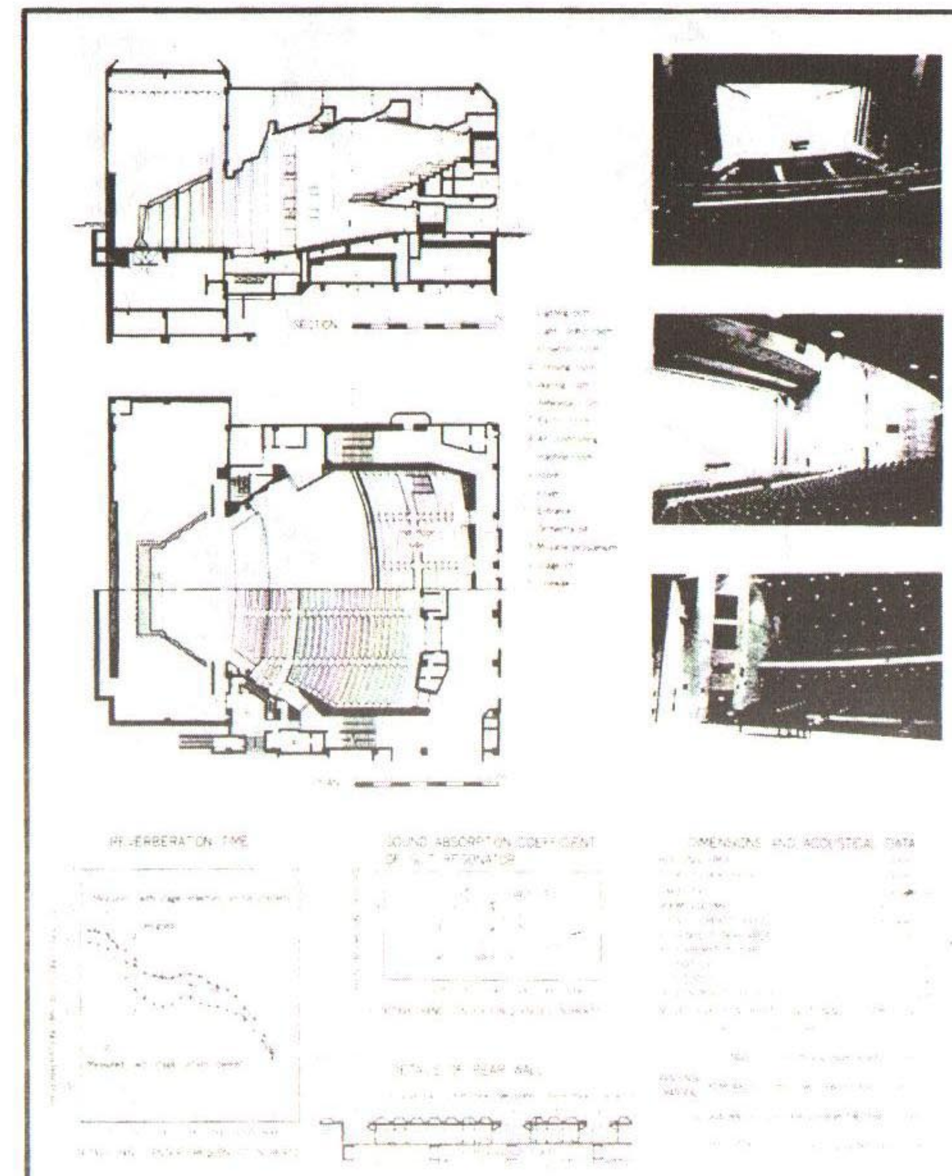
WAKAYAMA CIVIC CENTER HALL
WAKAYAMA, JAPAN
COMPLETED - 1979



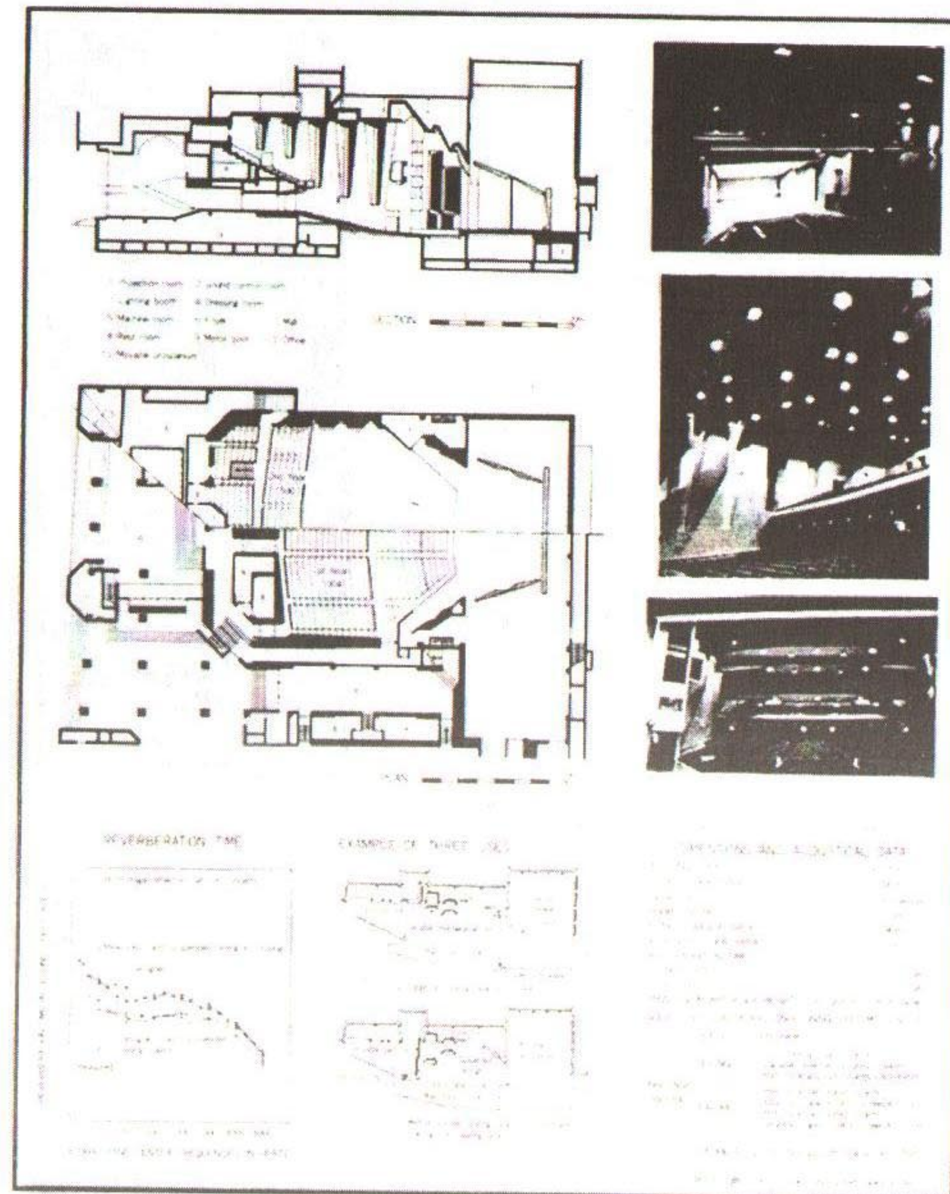
BACH SAAL (BACH HALL)
IRUMA, SAITAMA JAPAN
COMPLETED - 1979



SHINJUKU CULTURE CENTER HALL
TOKYO, JAPAN
COMPLETED - 1978



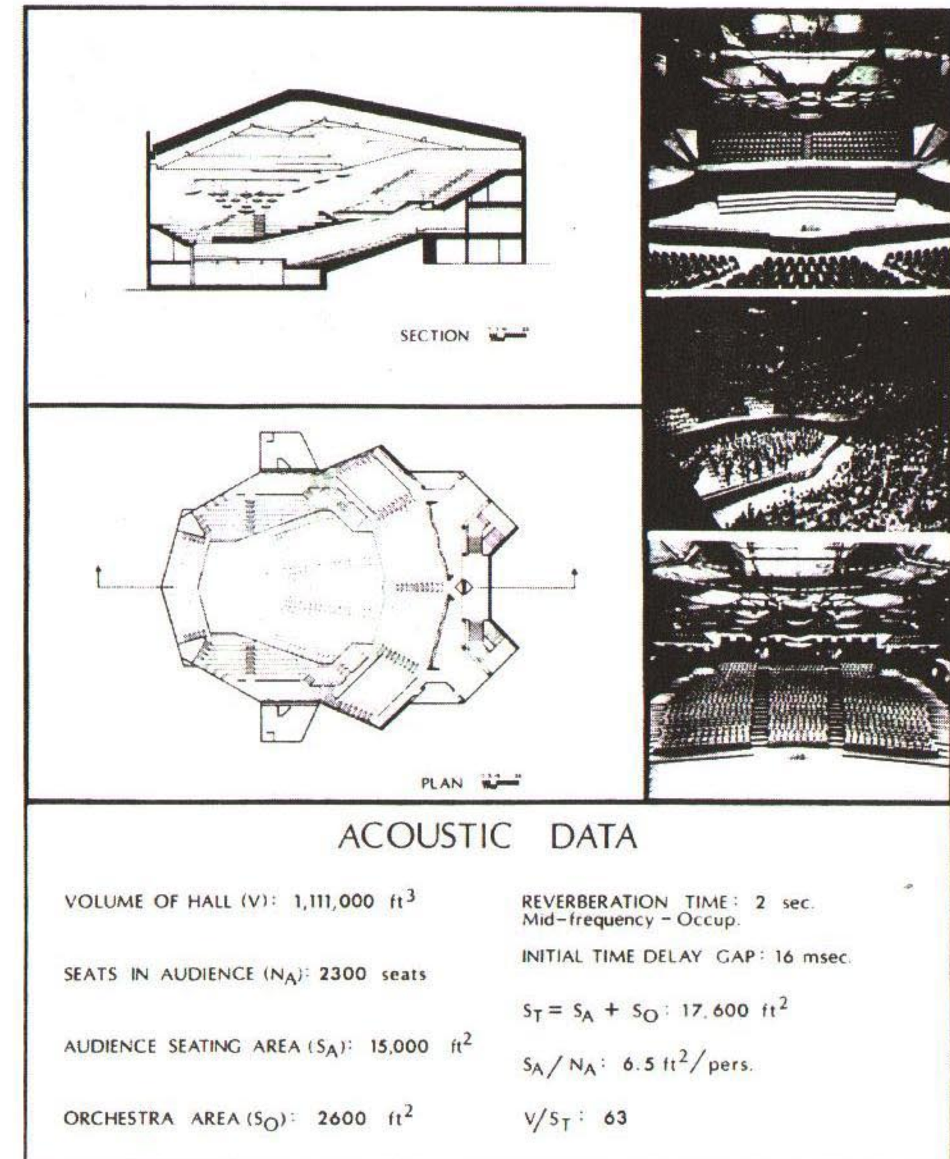
KOCHI PREFECTURAL CULTURE HALL
KŌCHI, JAPAN
COMPLETED - 1976



SALA NEZAHUALCOYOTL

MEXICO CITY, MEXICO

CONSTRUCTION COMPLETED – 1976



ACOUSTIC DATA

VOLUME OF HALL (V): 1,111,000 ft^3

SEATS IN AUDIENCE (N_A): 2300 seats

AUDIENCE SEATING AREA (S_A): 15,000 ft^2

ORCHESTRA AREA (S_O): 2600 ft^2

REVERBERATION TIME: 2 sec.
Mid-frequency – Occup.

INITIAL TIME DELAY GAP: 16 msec.

$S_T = S_A + S_O$: 17,600 ft^2

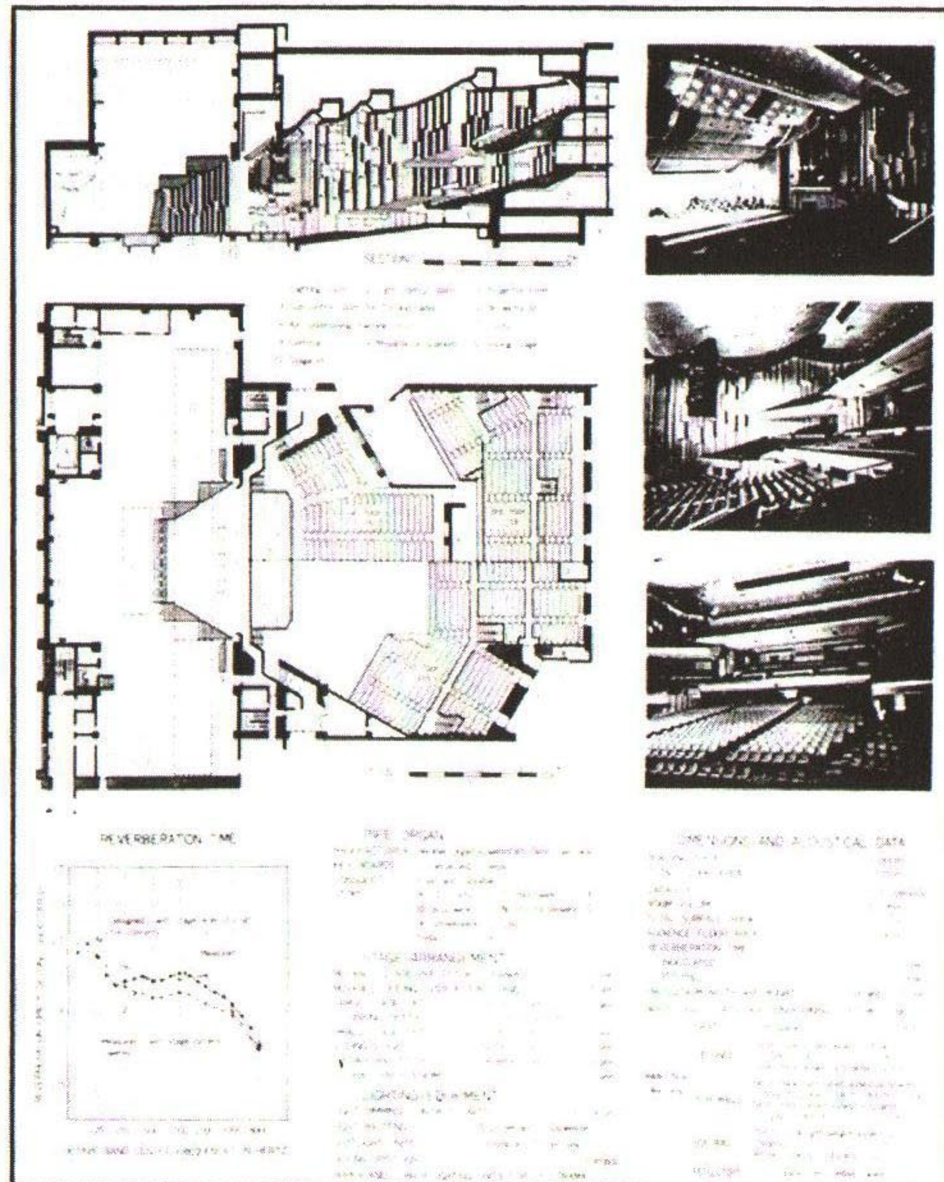
S_A / N_A: 6.5 ft^2/pers.

V/S_T: 63

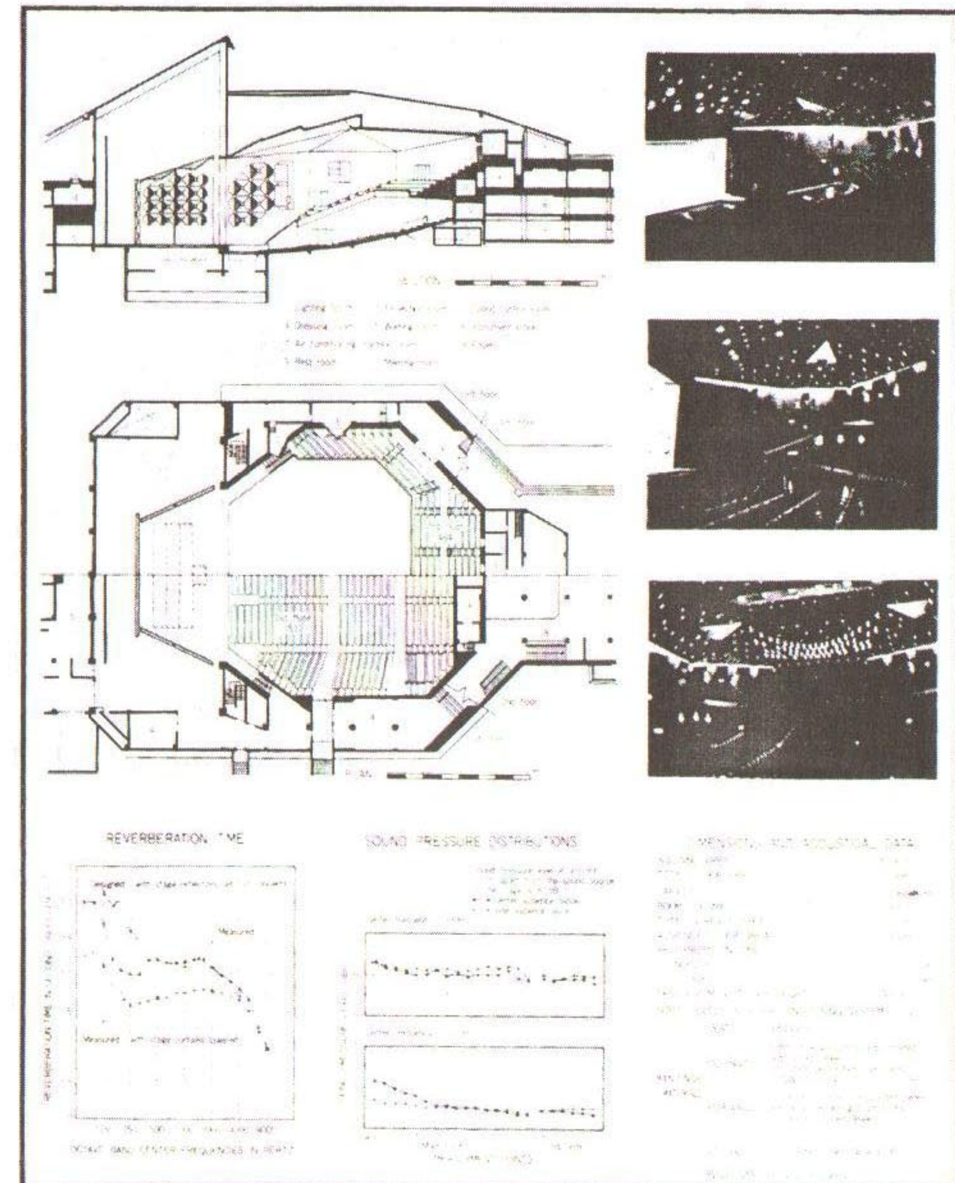
NHK HALL

TOKYO, JAPAN

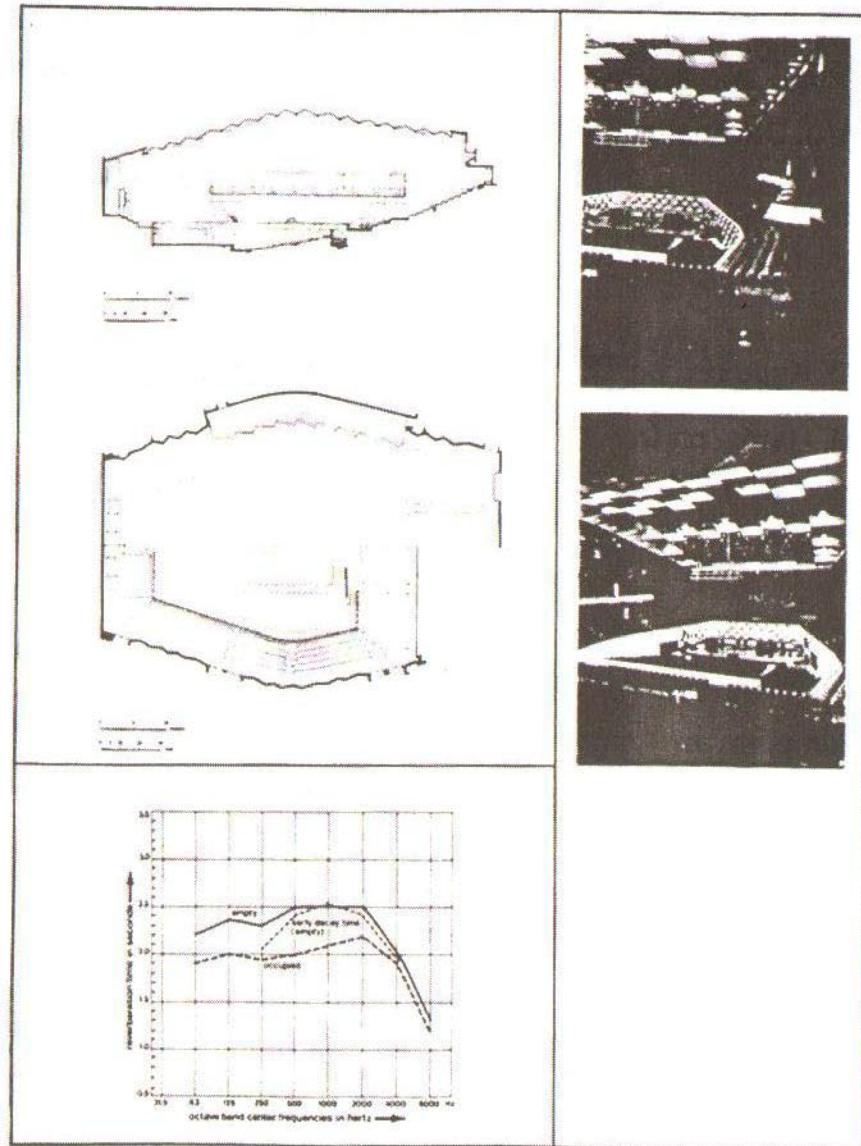
COMPLETED - 1973



KURASHIKI CIVIC HALL
OKAYAMA, JAPAN
COMPLETED - 1972



concert hall
de doelen, rotterdam
the netherlands



المراجع:

Richard H. Talaske, Ewart A. A. Wetherill, William J. Cavanaugh. — Halls For Music Performance, Published by the American Institute of physics for the Acoustical society of America, second printing, New York, 1982.

Vern O, Knudsen, ph. D., Cyril M, Harris, ph D. — Acoustical Designing in Architecture, published by the American Institute of physics for the Acoustical society of America, fourth printing, 1950.

P.H, Parkin. H.R.Humphreys; J.R. Cowell; — Acoustics Noise and Buildings, Faber and Faber, London, Boston, Fourth edition, 1979.

٧
التخطيط العمرانى والطاقة

٧

التخطيط العمرانى والطاقة

- مقدمة

٧-١ استراتيجية الطاقة على مستوى المدينة

٧-٢ استراتيجية التخطيط العمرانى الواعى بالطاقة

٧-٣ تنسيق الموقع

٧-٤ خطوات التخطيط الواعي بالطاقة

٧- التخطيط العمراني والطاقة

مقدمـــة:

استجاب الإنسان عبر التاريخ لاحتياجاته من الطاقة تبعاً لكم ونوع المواد المتاحة ، حيث تم إنشاء تجمعات عمرانية بفهم وتعامل حساس مع تلك الموارد أخذت طابعا إقليمياً يعكس العلاقة التبادلية بينها وبين البيئة المحيطة .

إلا أن استهلاك الطاقة غير المرشد وغير المناسب فى العصر الحديث أدي إلى ضرورة وقفة لتصحيح أسلوب التعامل مع الطاقة الذى قد يؤدى تجاهله إلى الوقوع فى مشاكل عديدة.

وعلاوة على الزيادة السكانية وما يناظرها من زيادة فى استهلاك الطاقة هناك أيضاً الزيادة المذهلة فى المجالات التى تستخدم فيها الطاقة ؛ لذلك فإن الطاقة تكاد تعتبر مشكلة المستقبل مما جعلها تتصدر موضوعات البحث العلمى والتطبيقى فى مختلف أنحاء العالم بحثاً عن أساليب لترشيد استخدام الطاقة التقليدية التى يقل مخزونها فى العالم يوماً بعد يوم كذلك محاولة استغلال مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى الكون . والشمس هى أصل كل الطاقات الطبيعية فى الكون مثل الحرارة والرياح وحركة المياه ، فهى السبب فى كل الظواهر المناخية حيث تشكل مع توزيع مسطحات البحار واليابس على سطح الكرة الأرضية العوامل المؤثرة فى حركة الرياح ودرجة حرارتها والأمطار وغيرها من المظاهر المناخية .

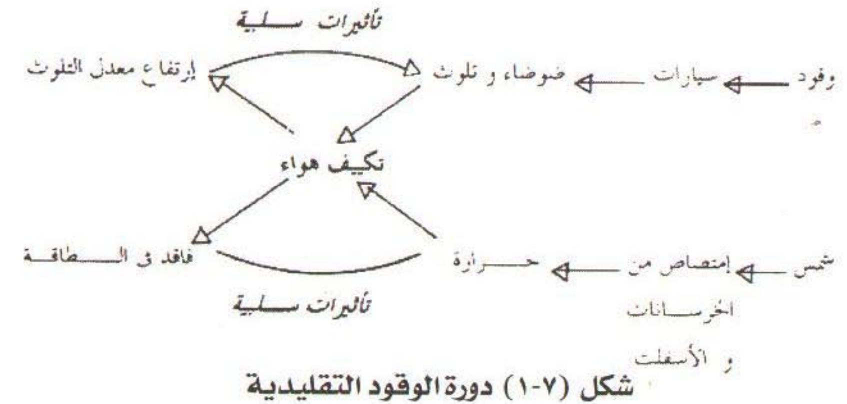
وتعتبر كمية الطاقة التى يستخدمها الآدميون والتى يخشى نفادها صغيرة جداً بالنسبة لما تقدمه لنا الشمس سنوياً حيث تبلغ ١/٢٥٠٠٠٠ من كمية الطاقة التى تبعثها الشمس . ويذهب ٤٧٪ منها فى تسخين سطح الأرض والمحيطات والجو و٢٣٪ تستنفد فى تبخير المياه من البحيرات والمحيطات ، تلك المياه التى تسقط بعد ذلك فى صورة أمطار تتدفق خلال الأنهار لتصب مرة ثانية فى البحر و٠.٢٪ من طاقة الشمس هى

التى تتسبب فى اختلاف درجة حرارة الجو والمحيطات وهو ما يسبب بالتالى سريان الهواء أو الماء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض والذى يتمثل فى صورة رياح أو تيارات مائية فى البحار والمحيطات .

من هنا كانت الشمس ذات تأثير قوى ومباشر على حياة الإنسان ، إلا أنها مثل وجهى العملة : الوجه الأول السلبى وهو التأثير غير المرغوب فيه الذى يؤدى إلى ارتفاع درجات الحرارة عن الحد المطلوب لراحة الإنسان والوجه الثانى وهو الإيجابى والذى يتمثل فى الاستفادة من أشعتها وما يمكن أن توفره من طاقة تستخدم فى مختلف الأغراض .

وإذا كان أهم استخدام لأشعة الشمس فى العمارة هو تسخين وتبريد المبانى ، فإن إمكانية استخدامها فى المبانى المنفردة لا تتحقق إلا باتخاذ احتياطات تخطيطية على كافة المستويات تبدأ من الموقع المحيط بالمبنى وتتدرج لتصل إلى مستوى المدينة لأن معنى المدينة أكبر بكثير من كونها مجرد تجميع للمبانى ، فهى تضم سلسلة من العمليات المتشابكة من سكن وعمل وترفيه تتبلور فى شكل عمران .

والعمارة الخضراء لا تقتصر على المبانى كوحدات قائمة بذاتها ، وإنما تهدف لما هو أشمل من ذلك حيث ترنو إلى تكوين بيئة محتملة فى المدينة مع ترشيد استهلاك الطاقة التقليدية وما ينتج عنها من تلوث .

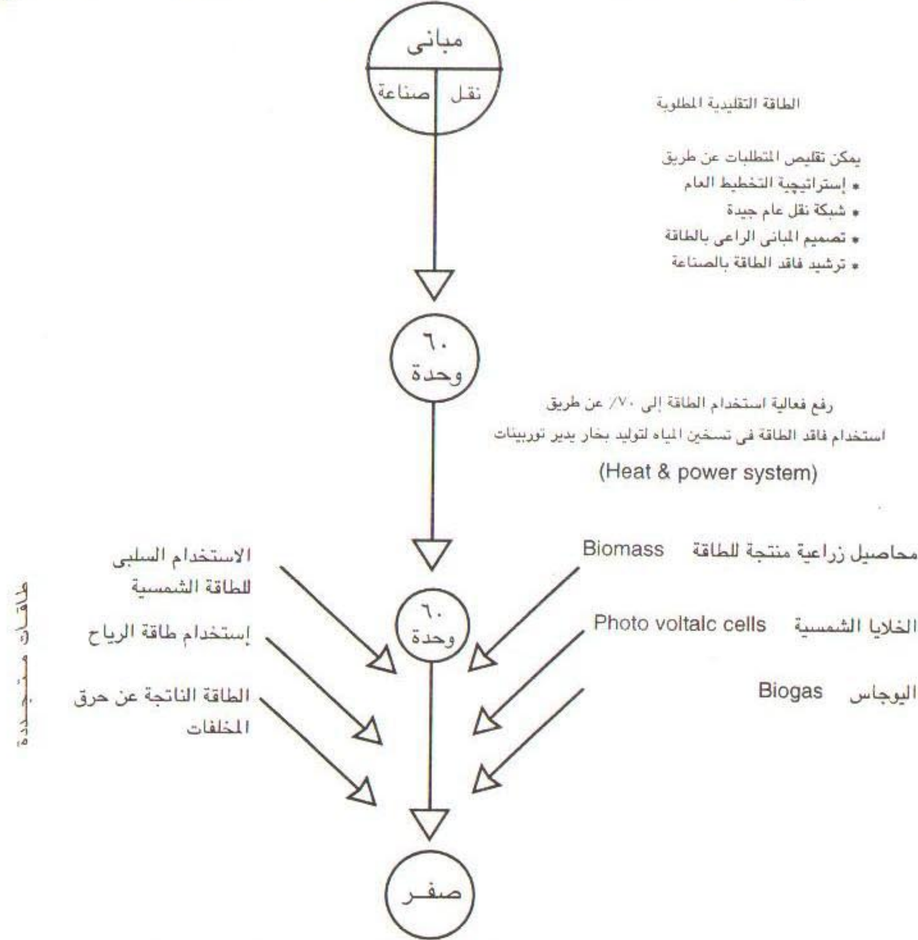


شكل (٧-١) دورة الوقود التقليدية

ومن هنا كانت أهمية الوصول إلى أسلوب نمطى لتخطيط المدينة مع الحفاظ على الطاقة واحترام البيئة ، يبدأ بدراسة استراتيجية الطاقة بالمدينة ، كذلك بدراسة عمليات الحياة بها مما يُمكِن من وضع صورة عامة للمدينة تحقق المطلوب .

٧-١- استراتيجية الطاقة على مستوى المدينة

تستخدم الطاقة بأشكالها التقليدية : كهرباء ، غاز أو بنزين فى المجالات الرئيسية



شكل (٧-٢) استراتيجية الطاقة بالمدن الجديدة

فى المدينة وهى الإسكان والنقل والصناعة وذلك بنسب ٥٠٪ ، ٢٥٪ ، ٢٥٪ على التوالى . وتتمثل استراتيجية تخطيط الطاقة فى شقين يتحتم تطبيقهما بصورة متكاملة وهما :

الشق الأول :

ويتمثل فى تقليص متطلبات المدينة من الطاقة التقليدية . ويمكن أن يتم ذلك عن طريق :

١- استراتيجية التخطيط العام وهو ما سيتم مناقشته لاحقاً .

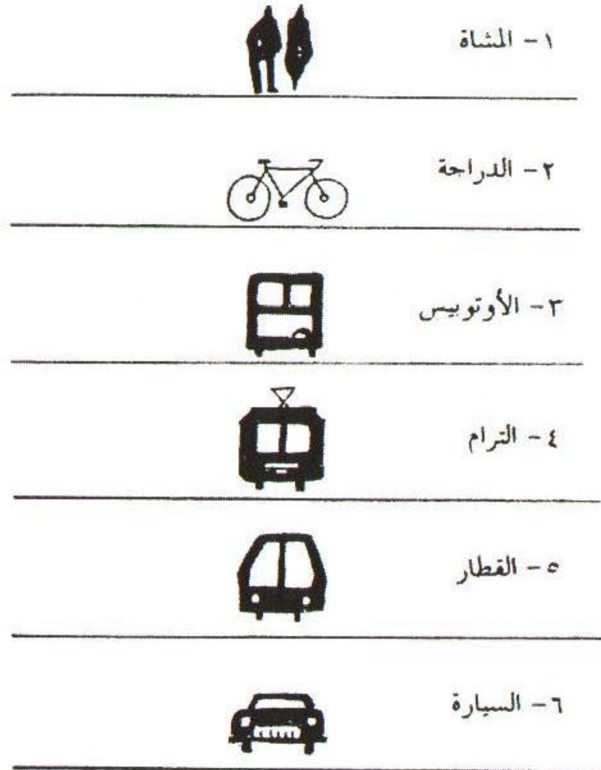
٢- شبكة نقل عام جيدة مع تدعيم وسائل النقل الجماعية فى محاولة لتقليص استخدام السيارات الشخصية التى تعتبر أقل المواصلات كفاءة من حيث فاعلية استخدام الطاقة وأكثرها ضرراً بالبيئة . وقد تكون وسيلة النقل الجماعى تلك ذات سرعة عالية مثل مترو الأنفاق أو المونوريل مع نقط توقف متباعدة مع تغذيتها بوسائل تكميلية لتغطية المسافة بين المحطات مثل الأتوبيس والتاكسى أو قد تقتصر على استخدام وسائل نقل ذات سرعات أقل وتغطى الشبكة بأكملها . وبالطبع فإن الأسلوب الأول هو الأفضل من حيث عدد الركاب فى الساعة وما لذلك من تأثير على اختصار عدد السيارات المستعمل فى المسافات الطويلة إلا أنه لا يتناسب مع البلدان الفقيرة بسبب تكلفته العالية. ويوضح شكل (٧-٣) تدرج وسائل النقل الممكنة داخل المدينة .

٣- تصميم المبانى الواعى بالطاقة وهو ما يتعرض له نهاية هذا الفصل من الدليل .

٤- ترشيد فاقد الطاقة الصناعية.

٥- رفع فاعلية استخدام الطاقة عن طريق استخدام فاقد الطاقة الحرارية والموجودة غالباً حول أبراج التبريد ونموها فى تسخين مياه لتوليد بخار يدير توربينات وهو ما يطلق عليه المحطات المركبة للحرارة والقوى. Combined heat and power plants

٦- إدخال نظم تبادل المعلومات بالكمبيوتر وتعميمها ليكون الشراء والتعامل بالحد



شكل (٧-٣) التدرج الهرمى لوسائل النقل

الأدنى من القيادة أو بمعنى آخر من استهلاك الطاقة.

٧- علاوة على ما سبق فإنه من المهم الحفاظ على نظافة البيئة لأن البيئة غير النظيفة تدفع الناس إلى الاستغناء عن التهوية الطبيعية واللجوء إلى التكييف والتهوية الصناعية المستهلكة للطاقة.

الشق الثانى:

ويتمثل فى التوسع فى استهلاك أنماط متجددة من الطاقة وتتضمن:

١- البيوماس Biomass

وهى زراعة محاصيل منتجة للطاقة وكذلك استغلال المخلفات العضوية المتبقية من المحاصيل فى الحقول . وهذا الأسلوب يكون أكثر فاعلية فى البلاد النامية حيث يمكن استغلال العمالة الزراعية رخيصة الثمن فى إنتاج مثل تلك المحاصيل (الذره - القمح - القطن... الخ)

٢- البيوجاس Biogas

وهى الطاقة الناتجة عن تحلل النفايات العضوية

٣- تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية: عن طريق الـ **Photo Voltaic Cells**، إلا أن فعاليتها حتى الآن لا تزيد عن ١٠-٢٠٪ على الأكثر وتعتبر مكلفة، لذلك فإن استعمالها يكون محدوداً فى نطاق ضيق.

٤- الاستخدام السلبى للطاقة الشمسية: Passive Solar Energy

للتدفئة والتبريد والمبانى وهذا ما بدأ فى الإنتشار فى الدول الأوربية .

٥- حرارة الشمس: Solar Heat من حيث استخدامها فى إدارة تربينات الخ... وهذا الأسلوب مستخدم بشكل شائع فى كاليفورنيا بالولايات المتحدة إلا أنه قد يكون مرتفع التكاليف فى البلاد النامية.

٦- الطاقة الناتجة عن حرق القمامة والمخلفات الصلبة.

٧- طاقة الرياح: حيث تتكامل معداتها مع تخطيط المواقع وتصميم المبانى.

٧-٢ استراتيجية التخطيط العمرانى الواعى بالطاقة

إن الوصول إلى أقصى كفاءة لاستخدام الطاقة لا يتأتى إلا بتخطيط سليم يحقق الكفاءة فى جميع مستويات الاستخدام وبما أن تخطيط الطاقة لا يمثل إلا عنصراً واحداً من عناصر التخطيط ، اذن يجب أن يهدف التخطيط الواعى بشكل عام إلى الآتى:

١- الاستخدام الأمثل للأراضى

٢- مراعاة النمط العمرانى للتجمع والمفاهيم المعمارية السائدة .

٣- مراعاة الفراغات الحضرية ذات الكثافة المرتفعة كذلك الفراغات الريفية .

٤- مراعاة التأثيرات الاجتماعية والمشاكل الاقتصادية .

٥- مراعاة النواحى الفنية فى استخدام الطاقة الشمسية .

٧-٢-١ استراتيجية التخطيط على مستوى المدينة :

كما سبق ذكره فإن استراتيجية التخطيط العام للمدينة تؤثر بصورة مباشرة على إمكانية تقليص المتطلبات من الطاقة التقليدية . وإذا كان ترشيد الطاقة المستخدمة فى الإسكان يتوقف على وعى السكان داخل المسكن ، كذلك على شكل وتصميم المسكن وتفاصيله فإن أهم ما يرتبط بالتخطيط العمرانى فى مجال ترشيد الطاقة هو الاستخدام الأمثل للأراضى وعلاقة الاستعمالات المختلفة ببعضها البعض حيث إن أهم مجال لاستخدامات الطاقة هو مجال النقل بين الوظائف المختلفة بالمدينة.

وبدراسة حركة الانتقالات بالمدينة يتضح أنها تتكون أساساً من أربعة محاور هى:

١- من المنزل إلى العمل

٢- من المنزل إلى المدرسة

٣- من المنزل إلى السوق

٤- من المنزل إلى مناطق الترفيه

والمحاور الثلاثة الأولى لا يمكن الاستغناء عنها ، أما رحلات الترفيه فهى ليست حيوية ولا متكررة بشكل يومى لذلك فهى لاتدخل فى الحسبان .

ويمكن اختصار $\frac{١}{٣}$ الطاقة المستخدمة فى الانتقال داخل المدينة عن طريق إحدى الوسيلتين التاليتين أو كلتيهما :-

١- تقصير المسافات فى الرحلات السابق ذكرها .

٢- استخدام وسائل مواصلات توفر الطاقة

وفيما يلى يتم تناول هاتين الوسيلتين بالشرح :

٧-٢-١-١ تقصير المسافات فى الرحلات المختلفة:

فى دراسة مقارنة للعلاقة بين المسافات وتكوين التجمع العمرانى تم افتراض منطقة سكنية ذات كثافة سكانية منتظمة كما تم توزيع الخدمات عليها بثلاثة أشكال مختلفة . وبحساب مجموع المسافات المؤدية للمراكز الحضرية فى كل شكل من أشكال التوزيع جاءت النتيجة كما يوضحها شكل (٧-٤) .

ويتوقف مجموع المسافات (م) على طول نصف قطر التجمع السكنى (ر) الذى يتحدد من عدد السكان (س) والكثافة الإجمالية (ك) . مما سبق يتضح أن أنسب وضع للخدمات هو مركز التجمع حيث يؤدى وضعه على حافة التجمع إلى مضاعفة المسافات إلى ١,٧ مرة ، كما يؤدى توزيع عناصر المركز إلى مضاعفة المسافات بمقدار ١,٣٥ .

وضع الخدمات بالنسبة للتجمع	مجموع المسافات المؤدية للمركز الحضرى	
المركز يتوسط التجمع	م = ٠,٣٧٦ √س٣/ك	١
المركز على جانب التجمع	م = ٠,٦٣٨ √س٣/ك	١,٧
توزيع منتظم لعناصر المركز الحضرى على التجمع	م = ٠,٥٧ √س٣/ك	١,٣٥

حيث م= مجموع المسافات

س = عدد السكان

ك = الكثافة الإجمالية

شكل (٧-٤) مجموع المسافات المؤدية للمركز الحضرى

وفى حالة تزويد كل مجموعة سكنية مصغرة بأماكن عملها وخدماتها وتعليمها فى منطقة متوسطة فإنه يتم تخفيض مقدار رحلات العمل والتعليم والتسوق حيث تم تقريب مسافات تلك الأنشطة من السكن . ويتأتى ذلك عن طريق الخلط المدروس والتوازن بين الاستعمالات المختلفة على المجموعة السكنية أو الوحدة العمرانية .وتكمن الصعوبة هنا فى تحديد حجم تلك الوحدة العمرانية لأنها إذا كانت أصغر من اللازم لن تمكن من توفير عمل مناسب لكل ساكنيها ، وإذا كانت أكبر من اللازم لن يتغير الأمر عما هو عليه من وجود منطقة مركزية كبيرة .

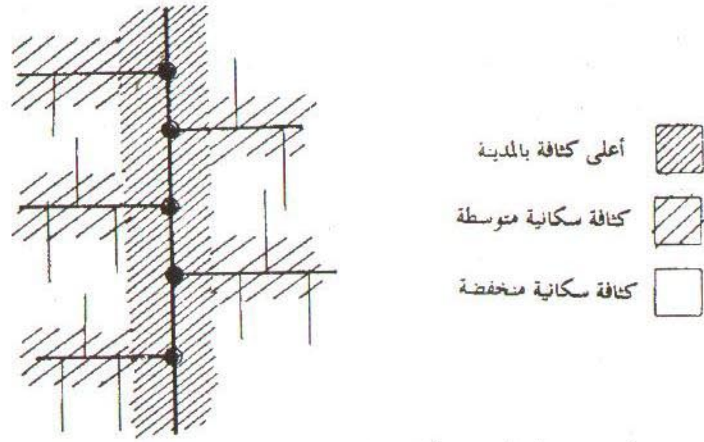
وكحل لثلثى مشكلة الطاقة فى النقل يمكن اختصار معظم رحلات الشراء - المدرسة عن طريق خلطها مع الاستعمالات السكنية والترفيهية الأخرى - وتكون رحلات العمل هى فقط التى تستهلك الطاقة . بذلك تعود المدينة لتكون ملكاً للمشاه وركاب الدرجات فتعيد العلاقة بين الناس وبين المحيط الحيوى والطبيعى لهم أو على الأقل تدفعهم إلى عدم تجاهل الطبيعة فى أنشطتهم المختلفة . وهذا فى حد ذاته يسهم بطريقة غير

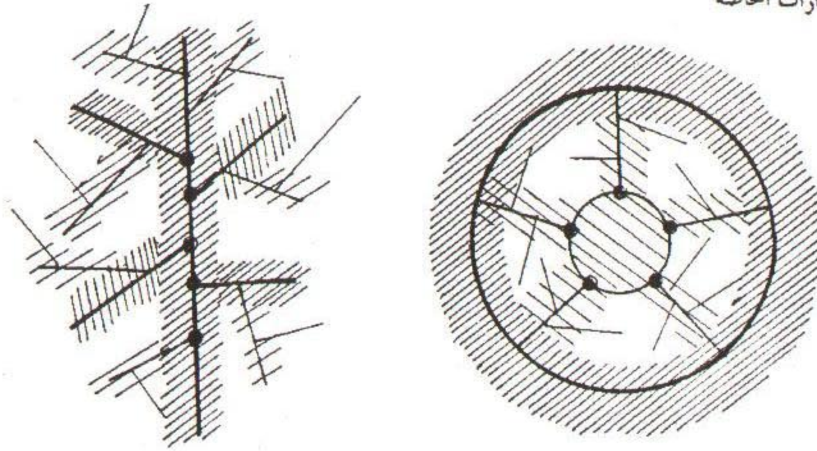
مباشرة فى ترشيد استهلاك الطاقة بالمدينة ، فالجو النظيف يدعو إلى فتح النوافذ وعدم استهلاك المزيد من الطاقة فى الهروب من التلوث . معنى ذلك عزل وسائل المواصلات الثقيلة والسريعة مع وضع المناطق الصناعية فى أماكن إقليمية بعيدة عن المدينة التى يعود إليها المقياس الإنسانى .

٧-٢-١-٢ التأثير المتبادل بين استخدام وسائل مواصلات توفر الطاقة وتخطيط المدينة:

كما سبق وذكر فإن وسائل النقل الجماعية تستهلك طاقة أقل بكثير من السيارات الخاصة لنفس عدد الركاب كما أنها تأخذ حيزاً أقل . لذلك كان لزاماً علي التخطيط تمكين وصول وسائل النقل الجماعى إلىَ نقطة معينة داخل التجمع العمرانى أو على أطرافه تمكن من تقليل مسافات السير من محطات النقل إلى مواقع السكن . وينتج عن ذلك إما مناطق محورية ذات كثافة عالية فى مبانى متوسطة الارتفاع وتقل الكثافة عند أطراف المنطقة حيث يكون استخدام.وسائل النقل الفردية أو العكس ، حيث تتواجد المناطق عالية الكثافة على الأطراف مع الاحتفاظ بقلب المدينة منخفض الكثافة . وهنا يكون محور التخطيط هو عملية الاتزان بين الوسائل الفردية فى النقل والوسائل الجماعية ، كما يجب أخذ أسعار الأراضى فى الاعتبار شكل (٧-٥) . رتتدخل وسائل المواصلات الحدية فى تحديد الشكل العام للمدينة حيث يفضل أن تكون وسائل النقل الجماعية تحت الأرض حتى لا تتسبب فى الإزدحام والاختناقات التى تؤدى بدورها إلى الأضرار بالبيئة ، كذلك يفضل أن تعمل بالطاقة النظيفة بعيداً عن البنزين والفحم أما وسائل النقل الفردية فيفضل أيضاً أن تعمل بالطاقة النظيفة إلا أن هذا ما يزال غير منتشر .

وبشكل عام فإن دراسة وضع محطات النقل فى المخطط يجب أن تأخذ فى الاعتبار العوامل التخطيطية والبيئية الأخرى كذلك نوع الحياة الحضرية لكى تتلافى حدوث أية صراعات تؤدى إلى فشل التخطيط فى تحقيق غايته من توفير للطاقة والوصول إلى بيئة نظيفة .





تخترق الوسيلة السريعة المدينة مارة بالمركز

تحيط وسيلة النقل السريعة بالمدينة

شكل (٧-٥) علاقة الكثافات السكانية بتدرج سرعات وسائل النقل بالمدينة

وعلى الرغم من الاتجاه إلى العمارة الخضراء وتوفير الطاقة وما سبق شرحه من اتجاهات فإن الاتجاه السائد فى معظم مدن الشرق الأوسط هو على عكس العالم الغربى أى إعطاء الأفضلية للسيارة وما يترتب عن ذلك من تزويد المدن بشوارع واسعة وأماكن انتظار واسعة للسيارات .

وهذه المساحات الأسفلتية الكبيرة تمتص حرارة الشمس وتحتفظ بها فتساهم مساهمة غير مرغوبة فى إفساد المناخ المصغر للمدينة وبالتالى فى رفع معدلات استخدام الطاقة والتبريد .

ولما كان من الصعب تجاهل تفضيل السيارة فإنه من الضرورى إيجاد الفكر التخطيطى الذى يهدف إلى اللقاء المناسب بين مطلبى توفير الطاقة واستخدام السيارة فمثلا يتم تقليل مساحات الإنتظار بشكل كثيف كما يتم تفتيت تأثير الساحات الأسفلتية الكبيرة بعمل عدد كبير من الساحات الصغيرة المظللة وغير ذلك من حلول تهدف إلى تقليل الحاجة لاستخدام الطاقة .

الاستجابات الحرارية للإنسان	معتدل الحرارة					دافئ					حار				
	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف
اكتساب إشعاع شمسى (موجات قصيرة)	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٤	٥	٥	٥	٥
اكتساب إشعاع شمسى (موجات طويلة)	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٥	٥	٤	٤	٥	٥	٥
فقد إشعاع حرارى من الجسم (موجات طويلة)	١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥
فقد حرارة الجسم بالتلامس	٣	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢					
اكتساب حرارة الجسم بالتلامس	٤	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥					
حركة الهواء، فوق الجلد تؤدى إلى اكتساب حرارة											×	×	×	×	×
حركة الهواء، فوق الجلد تؤدى إلى فقدان حرارة	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
حركة الهواء، فوق الجلد لا تؤدى إلى فقدان حرارة	×	×	×	×	×										
درجة تبخر الإفراز الجلدى	١	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥
حركة الهواء، فوق الجلد تسرع من تبخر العرق بسبب فرق ضغط البخار	×	×			×	×				×	×				
مستوى الإفراز الجلدى	٣	٣	٣	٣	٤	٣	٣	٣	٤	٥	٣	٣	٤	٥	٥
استجابات البيئة الأرحب															
اكتساب إشعاع حرارى	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
نسبة صفاء السماء	١	١	١	٢	٣	١	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	٥
نسبة تغطية السماء	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١
مستوى الإضاءة	٣	٣	٣	٤	٥	٣	٣	٤	٥	٥	٣	٤	٤	٥	٥
هبوط الأمطار الموسمى	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١
هبوط الأمطار اليومى	٤	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١
حالة نمو النبات	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١
حالة التربة	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٤	٣	٢	١
التغيرات الموسمية واليومية للحرارة	١	١	٢	٣	٤	٢	٢	٣	٤	٤	١	٢	٣	٤	٥
استجابات البيئة الطبيعية المحيطة															
احتياجات النبات للرى	١	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥
نسبة نمو النبات	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١
نسبة تبخر المياه	٤	٤	٤	٥	٥	٤	٤	٥	٥	٥	٤	٥	٥	٥	٥
الممرات المتعرضة لحرارة زائدة	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥

جدول (٧-١) الاستجابات الحرارية للبيئتين الطبيعية والمبنية

الاستجابات الحرارية للإنسان	معتدل الحرارة					دافئ					حار				
	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف
تجاوب المبنى الحرارى															
المبانى المتعرضة لحرارة زائدة : شمس (موجات قصيره) حرارة(موجات طويلة)	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
فقد حرارة بالإشعاع	١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥
فقد حرارة بالاتصال	٣	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢					
فقد حرارة بتيارات الحمل	٤	٤	٤	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٣					
نسبة ضوء النهار الموجود	٣	٣	٣	٤	٥	٣	٣	٤	٥	٥	٣	٤	٤	٥	٥
الحاجة إلى التخلص من الحرارة داخل المبنى	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٤	٤	٤	٥	٥	٥	٥	٥
الحاجة إلى التهوية من خلال داخل المبنى	٤	٣	٣	٢	٢	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١
الحاجة إلى التهوية من خلال غلاف المبنى	٥	٤	٣			٥	٤	٣			٥	٤	٣		
الحاجة إلى خفض نسبة ضغط البخار داخل المبنى	×	×				×	×				×	×			
الحاجة إلى الاحتفاظ بنسبة ضغط البخار بالداخل			×					×					×		
الحاجة إلى زيادة نسبة ضغط البخار بالداخل				×	×				×	×				×	×
احتكاك جفاف مواد البناء				×	×				×	×				×	×
نسبة الفطريات الموجودة	×	×				×	×				×	×			
مستويات الإفراز الموجودة	٥	٥	٤	٣	٢	٥	٤	٣	٢	١	٥	٤	٣	٢	١

تابع جدول (٧-١) الاستجابات الحرارية للبيئتين الطبيعية والمبنية

٧-٢-٢ التخطيط الواعى بالطاقة على مستوى التصميم الحضرى:

يمكن تعريف التصميم الحضرى بأنه دراسة العلاقات المختلفة الوظيفية والبصرية بين مجموعات المبانى وبعضها البعض كذلك بينها وبين الفراغات التي تتخللها باختلاف أنواعها من شوارع وميادين ومناطق خضراء وغيرها.

وتحقيّق أقصى كفاءة لاستخدام الطاقة على هذا المستوى التخطيطى هو فى الواقع عملية تكاملية بين معالجة المبنى منفرداً وعلاقته بالبيئة المحيطة . فإمكانية استخدام أشعة الشمس أو الحماية منها فى المبنى المنفرد لا تتحقق إلا باتخاذ أحتياطات تخطيطية فى ترتيب وتوجيه مجموعة المبانى وعلاقتها ببعضها البعض كذلك علاقتها بعناصر الموقع المختلفة بحيث يتم تطويع العناصر المناخية لمتطلبات التصميم وخلق المحيط الحيوى الواعى بالطاقة.

وفى هذا المضمار توجد أربعة محاور رئيسية تتكامل لتعطى الشكل العام للمحيط الحيوى وهى الإنسان ، المبنى ، البيئة الطبيعية المحيطة ثم البيئة الأرحب كما أن هناك عوامل أساسية تؤثر على تلك المحاور وبالتالى علىَ المحيط الحيوى . وبدراسة تلك العوامل وتقييمها يمكن الخروج بمؤشرات للتصميم الواعى بالطاقة.

والجدول التالى يوضح العناصر التى تؤثر على الاستجابات الحرارية للمحاور الأربعة سابقة الذكر . وقد أعطيت ٥ درجات لأقصى استجابة ودرجة واحدة لأقل استجابة كما وضعت علامة (×) حيث لا يحتاج الأمر إلى تقييم.

وقد بنى هذا التقييم على أساس الاستجابات الحرارية للإنسان التى تؤدى إلى الراحة فى مختلف الأقاليم المناخية الحارة إلى المعتدلة.

٧-٢-٢-١ الاعتبارات الخاصة بالموقع:

أ) اختيار الموقع

فى حالة إمكانية وجود بدائل لاختيار الموقع ، يتم اختيار الموقع الذى يحقق أفضل شروط تساعد علي استغلال الظروف المناخية للوصول إلى تخطيط واعى بالطاقة وذلك من خلال دراسة العناصر الطبيعية الآتية:

نوع الهواء حيث أن الهواء الملوث أو المترب لايُمكِن من التهوية الطبيعية من خلال النوافذ ويحتم اللجوء إلى تهوية صناعية مستهلكة للطاقة.

المناخ المصغر: من درجات حرارة ورطوبة وسحب وأمطار ورياح.

طبيعة الموقع: من حيث الطبوغرافيا والميول.

ويختلف الأمر قليلاً عندما يكون القرار هو استخدام المساكن أو المبانى الشمسية، حينئذ يشكل الواقع عاملاً غاية فى الأهمية، حيث يؤدى الاختيار السليم إلى تخفيف الحمل على مراحل التصميم التالية، الأمر الذى يعطى مرونة أكبر لعملية التصميم.

الاستجابات الحرارية للإنسان	معتدل الحرارة					دافئ					حار				
	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف	رطب	شبه رطب	معتدل رطب	شبه جاف	جاف
الميل فى اتجاه خط الإستواء، مقبول (جنوباً فى نصف الكرة الشمالى وشمالاً فى النصف الجنوبى)	×	×	×	×											
الأفضلية لاتجاه القطب شمالاً (شمالاً فى النصف الشمالى وجنوباً فى النصف الجنوبى)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
الميل للاتجاه الشرقى أو الغربى مقبول	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×
الأفضلية للميل فى اتجاه هبوب الرياح	×	×	×			×	×	×			×	×	×		
الأفضلية للميل فى عكس اتجاه الرياح					×				×	×				×	×
الأفضلية للموقع فى الوادى				×	×				×	×				×	×
الموقع مرتفع على أرض مائلة لأقصى تهوية	×	×	×			×	×	×			×	×	×		
الموقع منخفض على أرض مائلة لأقل تهوية				×	×				×	×				×	×
الموقع قريب من السواحل لأقصى استفادة من تحرك الرياح بين الماء واليابسة.		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

جدول (٧-٢) قابلية الأقاليم المناخية لتطبيق بعض أعتبارات اختيار الموقع

أكبر تجميع ممكن للطاقة الشمسية من خفض احتياج المبنى للطاقة إلى الحد الأدنى. ويوضح شكل (٧ – ٦) أهم أسس اختيار الموقع حيث تكون الأفضلية المطلقة للموقع الذى يصله أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسى المباشر وغير المباشر دون معوقات ولأطول فترة ممكنة.

ويوضح جدول (٧-٢) بعض الاعتبارات الخاصة باختيار الموقع فى مختلف الأقاليم المناخية.

الطبوغرافيا	وجود تكوينات أرضية أو تلال تمنع الشمس والهواء وجود منخفضات يستقر بها الهواء البارد وجود ميول تساعد أو تعوق استخدام الطاقة الشمسة
المنحدرات	مواجهة للجنوب تأخذ أقصى إشعاع شمسى مواجهة للغرب تأخذ أقصى إشعاع شمسى عصراً مواجهة للشرق تأخذ أقصى إشعاع شمسى صباحاً مواجهة للشمال تأخذ أقل إشعاع شمسى على الإطلاق
المناخ	المسار اليومى والموسمى للشمس على الموقع الإشعاع الشمسى ومعوقاته تيارات الرياح فوق وحول الموقع درجات الحرارة الرطوبة الأمطار والسحب
النباتات الموجودة	حجم وشكل ومكان النباتات التى قد تعوق تجميع طاقة الشمس حجم وشكل ومكان النباتات التى تساعد على حفظ الطاقة الشمسية
الأماكن المحمية من أشعة الشمس والهواء	بواسطة النباتات بواسطة الطبوغرافيا
المساحات المعرضة للشمس والهواء	فى الصيف فى الشتاء طوال العام

شكل (٧-٦) اختيار وتحليل الموقع

ب) معايير تخطيط الموقع بأسلوب واعى بالطاقة

عند وضع تخطيط الموقع تؤخذ فى الاعتبار العوامل التالية:

١- احترام الموقع والمحافظة على الموارد عن طريق استخدام جميع عناصر الطاقة الطبيعية المتوفرة من شمس ورياح وموج البحر وإعادة استخدام المياه جزئيا وغيرها.

٢- استخدام النباتات الأصلية للمنطقة والإبقاء على طبيعة الموقع .

٣- استخدام مواد البناء الأولية بالمنطقة ما أمكن ، مما يوفر فى الطاقة (نقل المواد، نقل الأيدى العاملة، التقنيات ... الخ).

- فى حالة استخدام المساكن الشمسية يضاف إلى ماسبق:

١- إظهار أساليب تجميع الشمس كعلامات مميزة للموقع.

٢- المحافظة على نظافة البيئة حيث أن استخدام الطاقة الشمسية فى المبانى يتكامل مع حماية البيئة بل لا يكون فعالاً إلا من خلال بيئة نظيفة.

وتتحقق الاستفادة المثلى من الطاقة الشمسية بالوضع الصحيح للمبانى والعناصر الأخرى المكملة للتصميم بالموقع حيث أن لكل موقع ظروفه الخاصة .

وهناك معايير إرشادية تحقق التكامل بين تخطيط الموقع وتصميم المبانى والذى يؤدى بدوره إلى الوصول إلى مستوى معقول من الفعالية فى استخدام الطاقة الشمسية طبقاً لظروف كل موقع فى المجالات التى يوضحها شكل (٧-٧) والتى يتم تناولها بتفصيل أكبر فيما يلى:

وضع المبانى	أعلى التل : درجات الحرارة أقل- رطوبة نسبية أعلى- سرعة رياح أكبر. باطن الوادى : أشعة شمس منعكسة من جوانب الوادى- تعرض لتراكم الملوثات. على المنحدر: حسب ظروف الموقع فى حماية النباتات أو بعيداً عنها.
التشكيل العمرانى	مسطح المبانى بالنسبة للأرض: زيادة مسطح الأرض مع بات مسطح الغلاف الخارجى للمبنى يرفع درجة حرارة الهواء والعكس الصحيح. كتل المبانى: تزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيداً حركة الهواء : حول وداخل المجموعات السكنية، حيث تؤثر فى السلوك الحرارى للغلاف الخارجى للمبنى. توجيه المبانى: للحصول على أقصى قدر من الطاقة.
المناخ	نباتات- أسوار- تبليطات- حوائط- مظلات مسطحات مياه ونافورات

شكل (٧-٧) معايير تخطيط الموقع

جـ) تحديد وضع المبانى بالموقع

أعلى التــل : تكون درجة الحرارة أقل والرطوبة النسبية أعلى وسرعة الرياح أكبر.

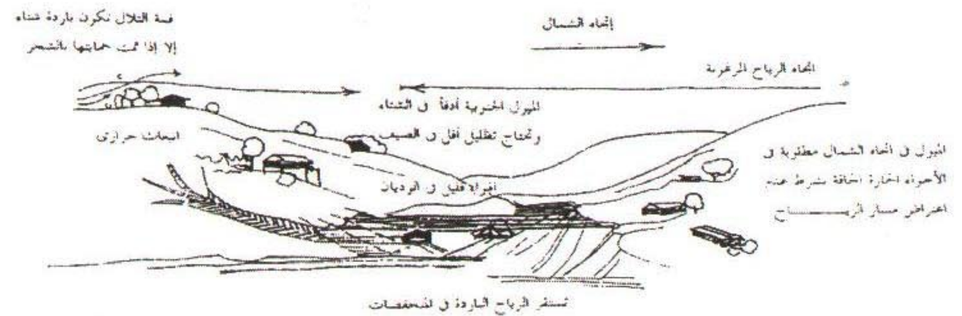
* فى باطن الوادى: تضاف إلى أشعة الشمس المباشرة أشعة منعكسة من جوانب الوادى يمكن أخذها فى الاعتبار إلاّ أن الموقع يتعرض لتراكم الملوثات.

* على المنحـــدر : وذلك حسب توجيه المنحدر فتسهل عملية تعريض المبانى للشمس أو تتم حماية التجمع العمرانى من الرياح الباردة عندما توضع المبانى على المنحدر فى الميل عكس اتجاه الرياح .

أما إذا كان الموقع يحتاج إلى تبريد أكثر فيفضل وضع المبانى على الجزء الأسفل للمنحدر المواجه للرياح وتوضع الفتحات فى مواجهة الرياح وتدرس بحيث تتم التهوية من اتجاه الشمال ويتم خروج الهواء الساخن من الجهة الخلفية.

* فى حماية النباتات : فى المواقع الباردة يكون من المرغوب حجز الرياح الباردة بواسطة أشجار كثيفة توضع فى اتجاه هبوبها .

وفى الحالة العكسية يكون من غير المرغوب فيه حجز الهواء اللطيف القادم من الشمال ، فتوضع حواجز الأشجار فى الجنوب والجنوب الغربى (اتجاه رياح الخماسين) وتستخدم الأشجار دائمة الخضرة فى حجز الرياح ، بينما تستخدم الأشجـار الـتـى تسـقـط أوراقـهـا فى أغراض التظليل صيفاً عند الحاجة لشمس الشتاء.



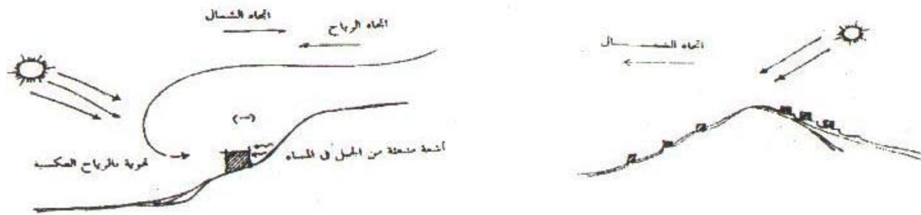
شكل (٧-٨) حركة الرياح والحرارة فى المواقع الجبلية

د) التشكيل العمرانى بالموقع

١- مسطح المبانى بالنسبة للأرض

تؤدى زيادة مسطح الأرض مع ثبات مسطح الغلاف الخارجى للمبنى إلى رفع نسبة المسطحات غير المظللة للمسطح الكلى مما يرفع من درجة حرارة الهواء والعكس صحيح . ونظراً لأن التصميم الشمسى يحتاج لمسطحات كبيرة معرضة للشمس فإن ذلك يعنى أن ازدياد الكثافة البنائية قد تعوق وصول الشمس بالكمية اللازمة للمبانى ، إلا أنه بتوجيه الشوارع شرق - غرب ودراسة علاقة كتل المبانى ببعضها البعض يمكن تلافى هذا الأمر.

ويساعد وجود ميول فى اتجاهين فى الموقع على اتزان الكثافة البنائية فتزداد بالمنطقة ذات الميل المواجه للجنوب حيث تكون الشمس عمودية ومواجهة وتقل بالمنطقة ذات الميل المواجه للشمال لتسمح بوصول الشمس لها من الجهة الجنوبية شكل (٧-٩، ٧-١٠).

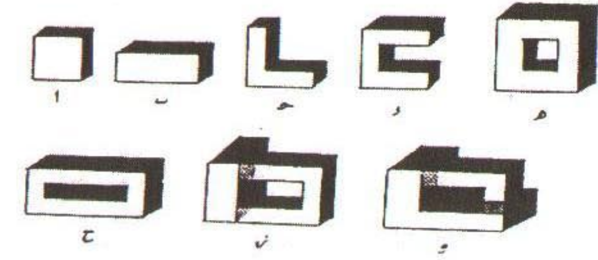


شكل (٧ - ٩) يساعد وجود ميول فى اتجاهين بالموقع على إتزان الكثافة البنائية

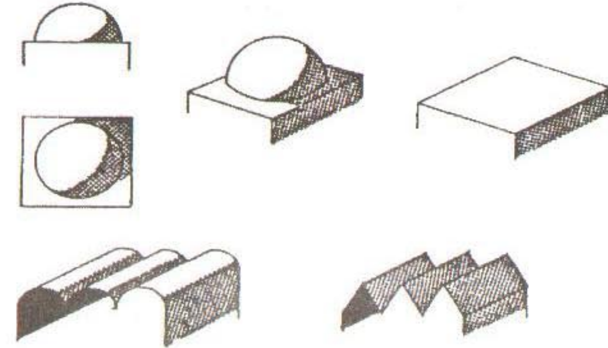
شكل (٧ - ١٠) يستفيد المبنى من الأشعة المنبعثة مساء من الجبل أمر مرغوب شتاء يجب معالجته صيفاً

٢- كتل المبانى:

تزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيدا وذلك مرغوب فيه بالتأكيد فى حالة الحماية من الشمس شكل (٧-١١، ٧-١٢)، إلا أن تلك الحماية يجب أن تتوافق مع التصميم الشمسى حيث يجب تلافى تظليل المجمعات الشمسية للمبانى المتلاصقة



(شكل (٧- ١١) تأثير شكل المبنى على كمية الظلال الساقطة
من الواضح أن أكبر كمية ظلال تكون فى المبنى متعدد الأدوار ذى الحوش الداخلى



(شكل (٧- ١٢) تأثير شكل السطح فى كمية الظلال

لبعضها البعض كذلك تلافى تظليل تلك المجمعات بعناصر ثابتة من عناصر المبنى مثل الدراوى والحوائط ... الخ وهذا لا يمنع عملية التبريد حيث أن تصميم تلك النوعية من المبانى مبنى على أساس استغلال الطاقة الشمسية سلبياً بغرض التسخين والتبريد كما يتم شرحه فى الجزء الخاص بتصميم المبنى.

٣- حركة الهواء:

تؤثر حركة الهواء حول وداخل المجموعات السكنية فى السلوك الحرارى حول المبنى أو مجموعة المبانى ، حيث تنشأ جيوب من الهواء الساخن أو البارد تساعد أو تعوق عملية تكييف المبنى سلبياً وتتأثر حركة الهواء بعدة عوامل أهمها وضع المبانى فى الموقع وعلاقتها ببعضها البعض كذلك بعناصر الموقع الأخرى وباستخدام برنامج الحاسب الآلى يمكن رسم خطوط كنتور لسرعات الرياح ودرجات الحرارة الناتجة حول المبانى لتحقيق الأهداف المناخية المطلوبة.

٤- توجيه المبانى:

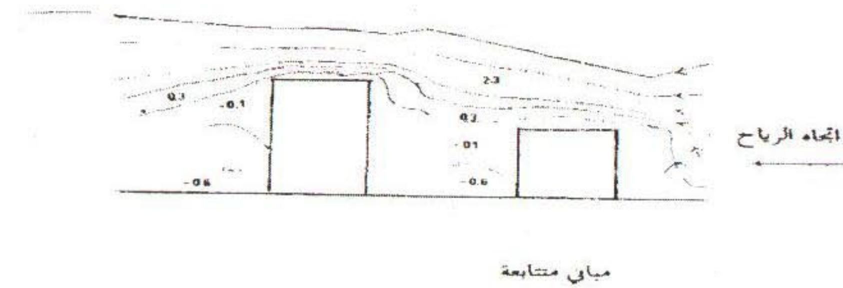
وذلك للحصول على أقصى قدر من الطاقة . وبالنسبة لمنطقتنا فإن أقصى إشعاع شمسى على مدار العام يقع على السطح ثم على الواجهات الشرقية والغربية . وتستقبل الواجهات الجنوبية إشعاعاً شمسياً محدوداً فى الصيف إلاّ أن حصتها فى الإشعاع الشمسى فى الشتاء تكون كبيرة . أما الواجهات الشمالية فتحظى بأقل نصيب من الإشعاع الشمسى على مدار العام ، وبصورة أكثر تفصيلاً:

- إذا ما تلقت الواجهات الشمالية أو الشمالية الشرقية أو الغربية إشعاعاً مباشرا فلن يكون ذلك إلاّ فى أواخر فصل الربيع وبداية شهر الصيف.

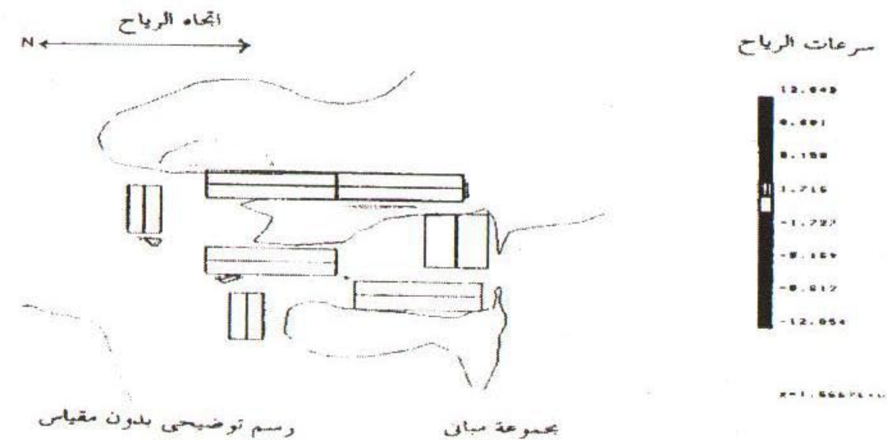
- تستقبل الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية أقصى إشعاع شمسى مباشر فى أواخر الخريف وأوائل الشتاء.

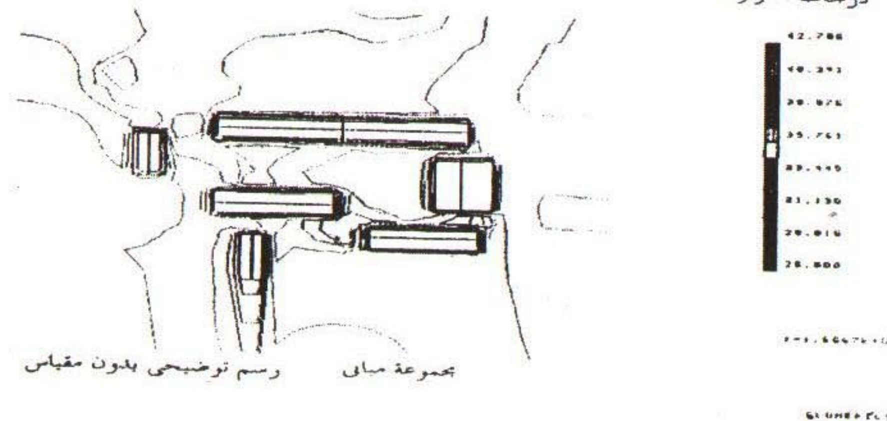
- تستقبل الواجهات المواجهة للشمال الغربى والشمال الشرقى أقصى أشعة مباشرة عند الغروب أو فى الصباح الباكر.

- تستقبل الواجهات الشمالية الغربية والجنوبية الغربية أقصى أشعاع مباشر أثناء فترة بعد الظهر أو عند الغروب وتختلف كمية الإشعاع طبقاً لحالة السماء من صافية إلى مغطاه.



مباني متتابعة

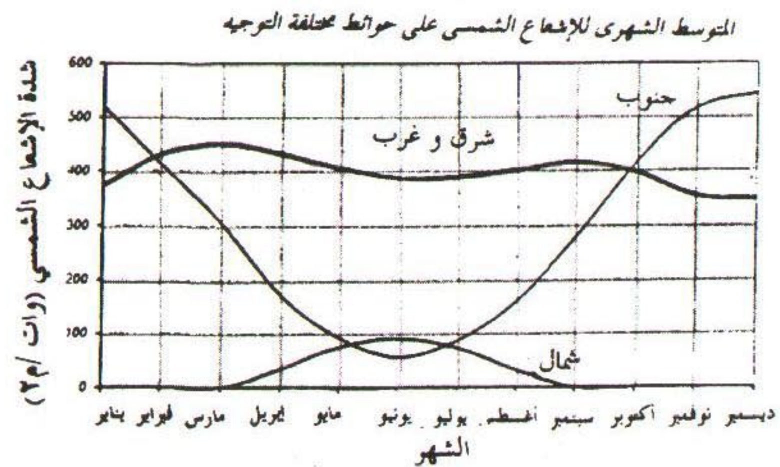




شكل (٧ - ١٣) تحديد اتجاهات وسرعات الرياح ودرجات الحرارة بواسطة برنامج كمبيوتر

مسار الشمس

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
East	374	433	453	434	407	387	391	403	418	399	356	349
West	371	430	450	431	404	387	388	400	415	396	353	346
South	519	413	305	173	93	57	87	161	278	416	516	544
North	0	0	0	34	75	91	73	32	0	0	0	0

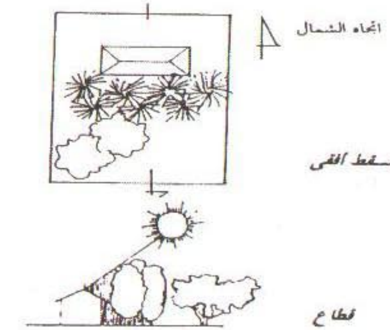


شكل (٧ - ١٤) الطاقة وتوجيه المبانى

٧-٣ تنسيق الموقع :

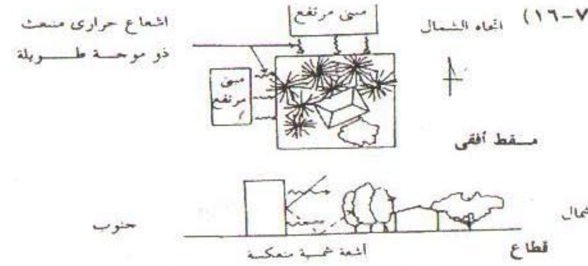
يحتاج تنسيق الموقع الواعى بالطاقة إلى عناية خاصة فى معالجة العناصر المختلفة . وفيما يلى بعض إمكانيات وضع المبانى وعلاقتها بعناصر الموقع وذلك فى المناطق الحارة إلى المعتدلة :

١- وضع المبنى فى الموقع بحيث يكون محوره الطولى شرق - غرب حيث يكون التظليل أسهل من الجنوب مع إمكانية السماح بنفاذ أشعة الشمس فى الجو البارد شكل (٧- ١٥) .



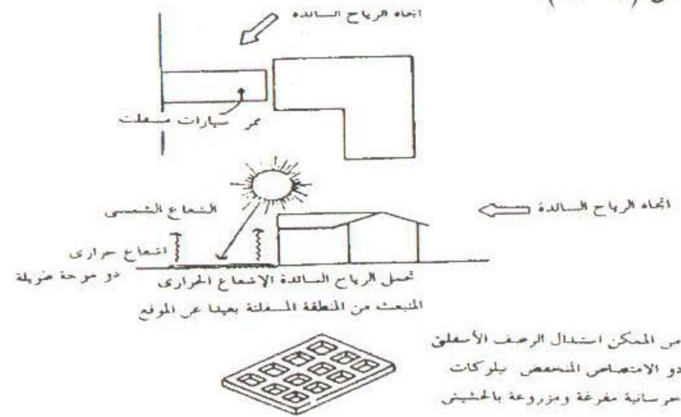
شكل (٧ - ١٥) التشجير للحماية من أشعة الشمس

٢ - وضع المبنى فى الموقع بطريقة تتجنب الإشعاع الشمسى الوارد من المبانى المجاورة على الواجهات الشمالية والشرقية والغربية وذلك بوضعه على بعد مناسب من تلك المبانى مع حجز أشعة الشمس بواسطة النباتات شكل (٧-١٦).



شكل (٧ - ١٦) وضع المبانى والنباتات بالموقع لتجنب الأسطح المشعة والأشعاع المنعكس من المبانى المجاورة على الواجهات الشرقية والغربية والشمالية

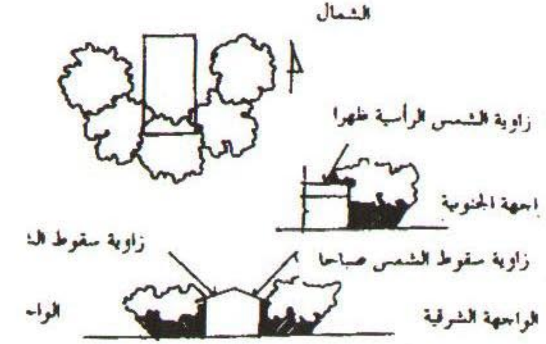
٣- وضع المساحات المرصوفة والمبلطة الممتصة للحرارة عكس اتجاه الرياح السائدة وعزلها عن المبنى والفراغات الخارجية وذلك لمنع حرارة الإشعاع من الدخول إلى المبنى بواسطة الرياح أو انتقال الحرارة بالتوصيل إلى جدران المبنى فى حالة ملامسة الجدران له . شكل (٧-١٧).



شكل (٧ - ١٧)

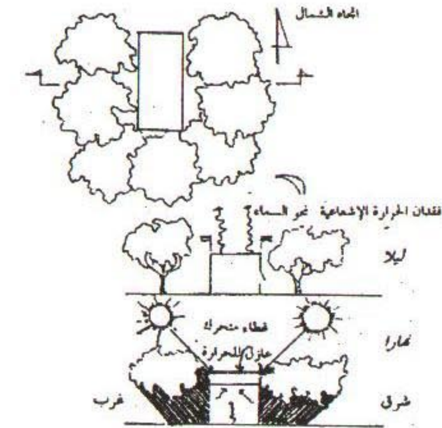
٤ - وضع النباتات حول المبنى للحماية من الشمس.

أمام الواجهات الشرقية والغربية تكون النباتات ذات ارتفاع منخفض لحجز أشعة الشمس ذات الزاوية الرأسية المنخفضة فى الصباح وعصراً (شكل ٧ - ١٨).



شكل (٧ - ١٨) فى الشرق والغرب الأشجار منخفضة لحجب الأشعة فى الجنوب الأشجار عالية ومورقة وملاصقة للمبنى

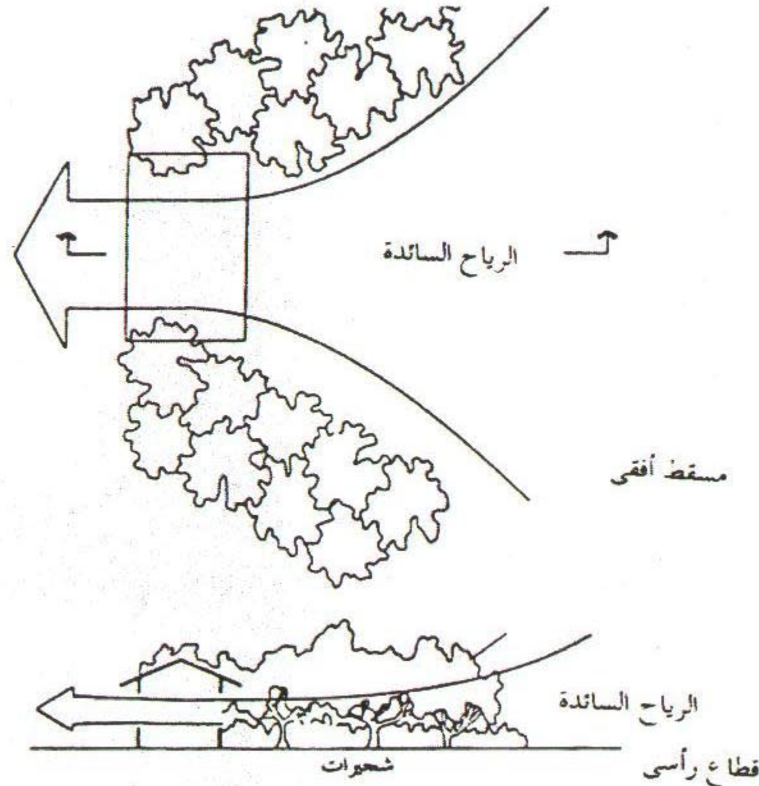
٥- تزويد المبنى بالتظليل دون اعتراض مجرى الإشعاعات المتبادلة وذلك بواسطة الأغطية المتحركة التى تعزل الحرارة نهاراً وتسمح ليلاً بإتمام عملية التبريد عن طريق الإشعاع نحو السماء وذلك بالنسبة لجميع الأسطح الملساء المعرضة للشمس . شكل (٧-١٩)



شكل (٧-١٩) تزويد المبنى بالظلال دون اعتراض مسار الإشعاعات المتبادلة

٦- وضع النباتات فى المسقط الأفقى للتحكم فى تهوية الموقع والمبانى:

- إذا كانت التهوية مطلوبة يمكن عمل نفق طبيعى بواسطة النباتات لتوجيه الرياح نحو المبنى والحصول على أقصى تهوية . والأشجار المفضلة لذلك هى ذات مظلة الأغصان المنخفضة بمساعدة بعض الشجيرات السميكة لمنع تسرب الرياح بين سيقان الأشجار . شكل (٧-٢٠).

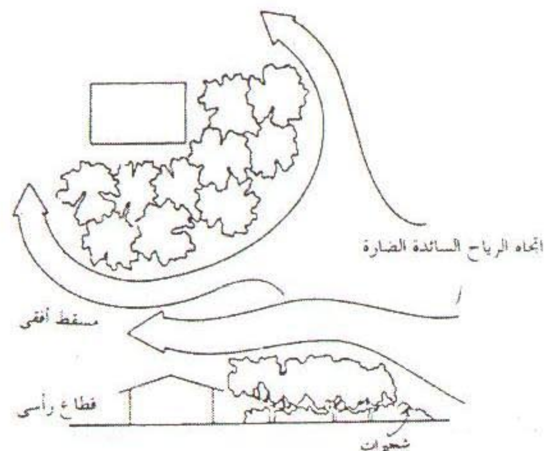


شكل (٧-٢٠) استخدام الاشجار فى توجيه الرياح لتهوية المبنى

نوع المناخ المناسب / رقم المعالجة كما ورد سابقا	حـــار					دافــئ					معتــدل				
	جاف	شبه جاف	متوسط الرطوبة	شبه رطب	رطب	جاف	شبه جاف	متوسط الرطوبة	شبه رطب	رطب	جاف	شبه جاف	متوسط الرطوبة	شبه رطب	رطب
١	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
٢	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
٣	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
٤	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
٥	×	×		×	×	×	×								
٦								×	×	×			×	×	×
٧	×	×	×			×	×								
٨	×	×	×						×	×					
٩	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
١٠	×	×	×			×	×	×			×		×		
١١	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
١٢	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
١٣	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

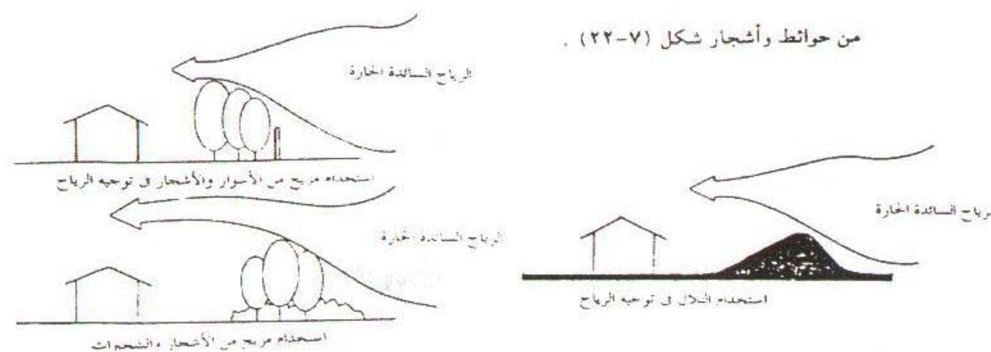
جدول (٧ - ٣) صلاحية المعالجات من ١ : ١٣ للمناطق المناخية المختلفة

٧- إذا كانت الرياح غير مرغوبة فى حالة الرياح البارِدة مثلاً أو المحملة بالأتربة، يمكن عمل حاجز طبيعى من النباتات الكثيفة أمام المبنى فى اتجاه الرياح السائدة وتستعمل نفس النباتات المذكورة فى النقطة السابقة فى الحاجز الذى يوجه الرياح حول المبنى وبعيداً عنه شكل (٧-٢١).



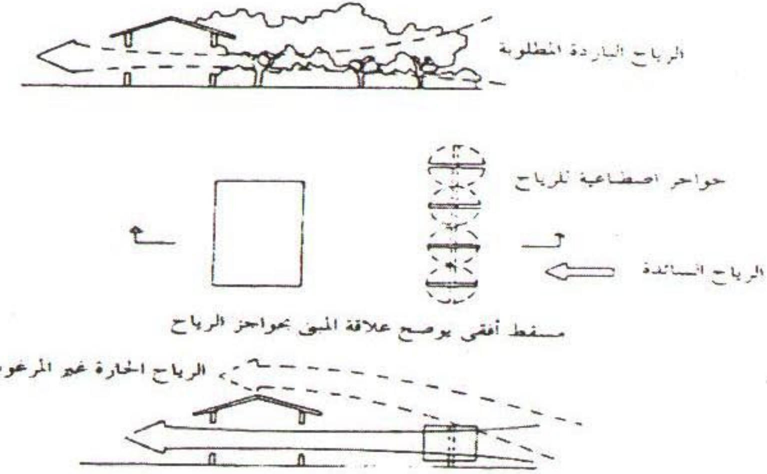
شكل (٧ - ٢١) استخدام الأشجار فى حماية المبنى من الرياح غير المرغوبة

٨- استخدام عناصر الموقع الطبيعية الأخرى لتوجيه الرياح مثل التلال الأرضية أو المجموعات المكونة من حوائط وأشجار شكل (٧-٢٢).



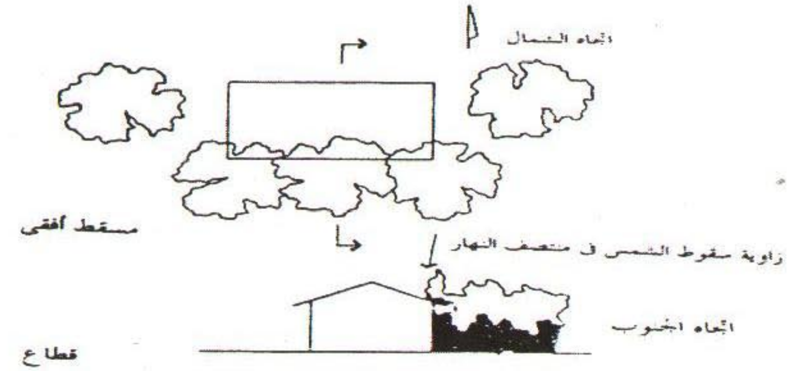
شكل (٧-٢٢) عناصر مختلفة تستخدم فى توجيه الرياح بالموقع

٩- استخدام الوسائل الاصطناعية لتوجيه الرياح، وتكون إما ثابتـه أو متحركة. شكل (٧-٢٣).



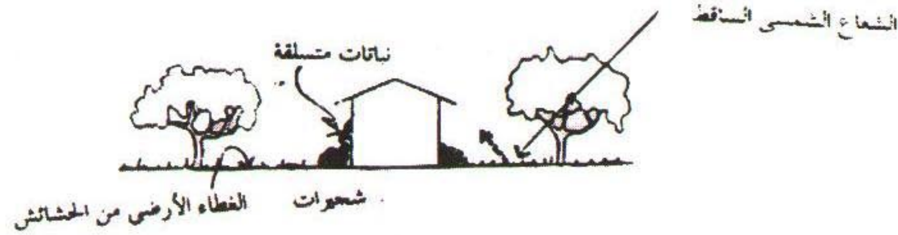
شكل (٧-٢٣) عناصر اصطناعية لتوجيه الرياح خلال المبنى او بعدا عنه

١٠- وضع النباتات فى المسقط الأفقى بغرض الحماية من الشمس وتحقيق النواحى الجمالية المطلوبة فى حالة عدم أهمية التهوية للموقع شكل (٧-٢٤).



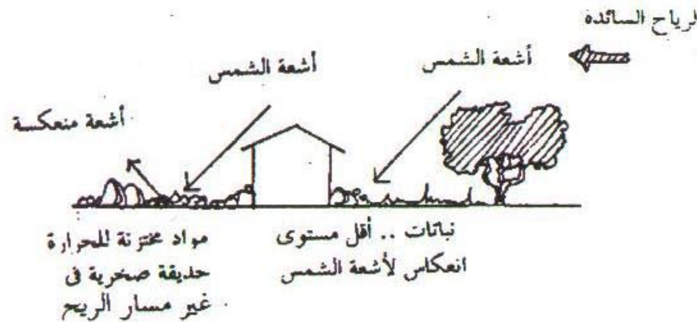
شكل (٧-٢٤) تظليل الواجهه الجنوبية

١١- استخدام المواد المقاومة لاكتساب الحرارة فى تصميم الموقع بغرض تقليل الحرارة المكتسبة فى الموقع بشكل عام. ويكون استخدامها أختيارياً فى شمال المبنى. ويجب عدم وضع المواد المختزنة للحرارة فى اتجاه الرياح السائدة القادمة نحو المبانى حتى لا تحمل الحرارة الناتجة من الإشعاع الصادر من تلك المواد إلى المبنى شكل (٧-٢٥).

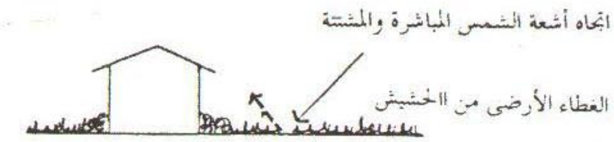


شكل (٧-٢٥) أقل مستوى لسقوط وإنعكاس لأشعة الشمس

١٢- استخدام مواد غير عاكسة على سطح الأرض فى جميع الإتجاهات ما عدا شمال المبنى الذى يكون ذلك فيه اختيارياً، حيث تصل الحرارة المكتسبة من الانعكاس أحياناً وتبعاً لخط العرض إلى حوالى ٥٠٪ من الحرارة الكلية المكتسبة فى حائط جنوبى شكل (٧-٢٦، ٧-٢٧).

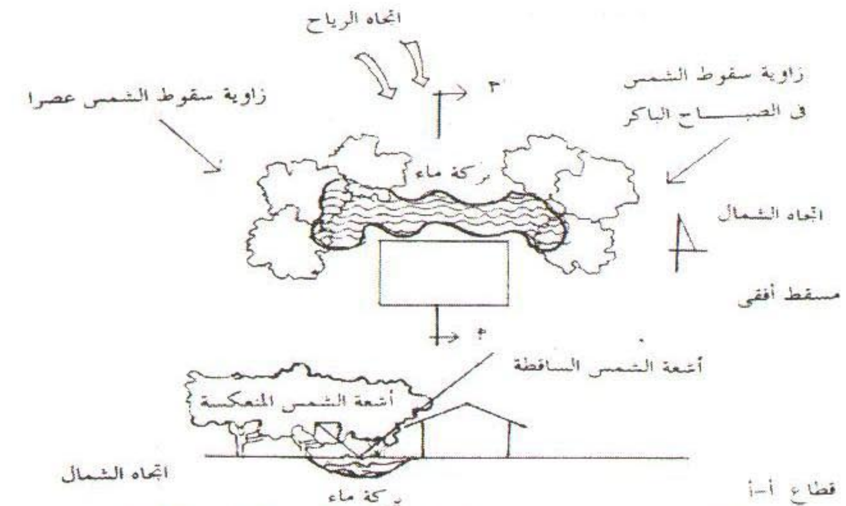


شكل (٧-٢٦) استخدام تركيبة من المواد المختزنة للحرارة والنباتات فى تنسيق الموقع



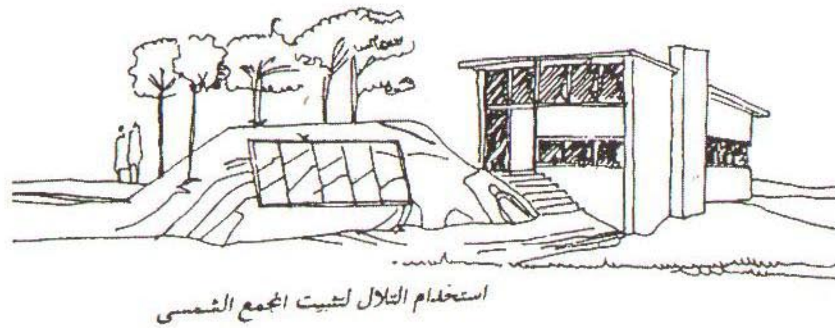
شكل (٧-٢٧) أقل مستوى انعكاس للإشعاع من الغطاء الأرضى

١٣- وضع المسطحات المائية بطريقة تقلل الحرارة الإشعاعية والوهج وذلك فى شمال المبنى مع عمل سواتر من صفوف الأشجار للحماية من أشعة الشمس توضع بالنسبة للسطح المائى فقط بغض النظر عن المبنى شكل (٧-٢٨).

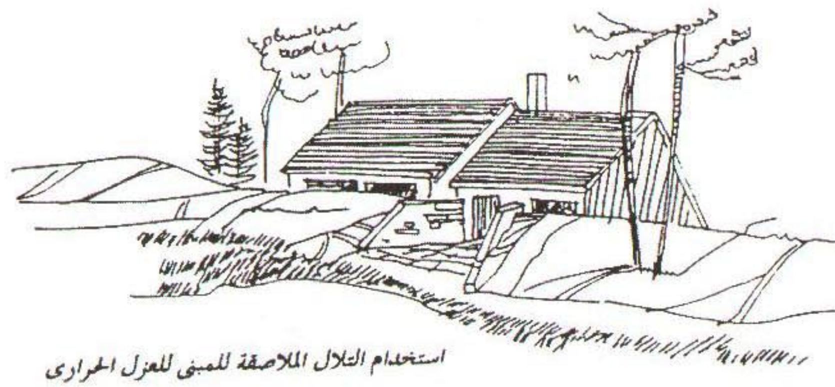


شكل (٧-٢٨) وضع النباتات والعناصر المائية بالنسبة للمبنى

وبالتأكيد فإن توجيه المبانى وعلاقتها بعناصر الموقع تختلف من إقليم إلى آخر كذلك تختلف عند التصميم لمجرد الحماية من أشعة الشمس عنها عند استخدام أشعة الشمس فى التدفئة والتبريد أو تحويلها عن طريق الخلايا الشمسية لطاقة كهربية يمكن الاستعاضة بها عن جزء من الطاقة الكهربائية التقليدية والجدول التالى يوضح صلاحية كل من المعالجات السابقة للمناطق المناخية المختلفة.



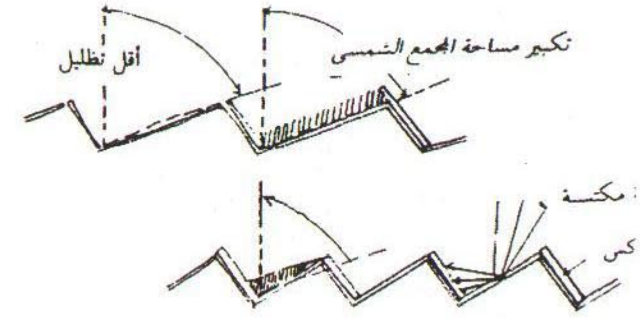
استخدام التلال لتثبيت المجمع الشمسى



استخدام التلال الملاصقة للمبنى للعزل الحرارى

شكل (٧-٢٩) إستخدام التلال بالموقع

يجب تلافى الظل الذاتى بمجموعة متتابعة من المجمعات الشمسية أثناء الفترة الفعالة لتجميع الطاقة الشمسية (٩ص - ٣م)، إلا أنه يسمح ببعض الظل الذاتى أحياناً فى نهاية ساعات التجميع فى سبيل الحصول على مسطح أكثر، سواء بتكبير مسطح كل مجمع أو بعمل عدد أكبر من المجمعات.

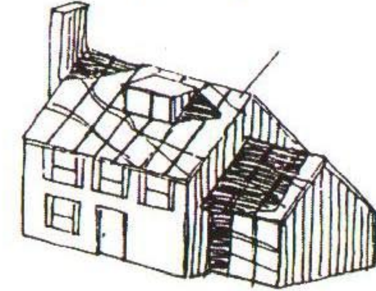


بوضع سطح عاكس على ظهر المجمعات يمكن تحقيق استفادة أكبر

التظليل الذاتى للمجمعات الشمسية

مجمع شمسى

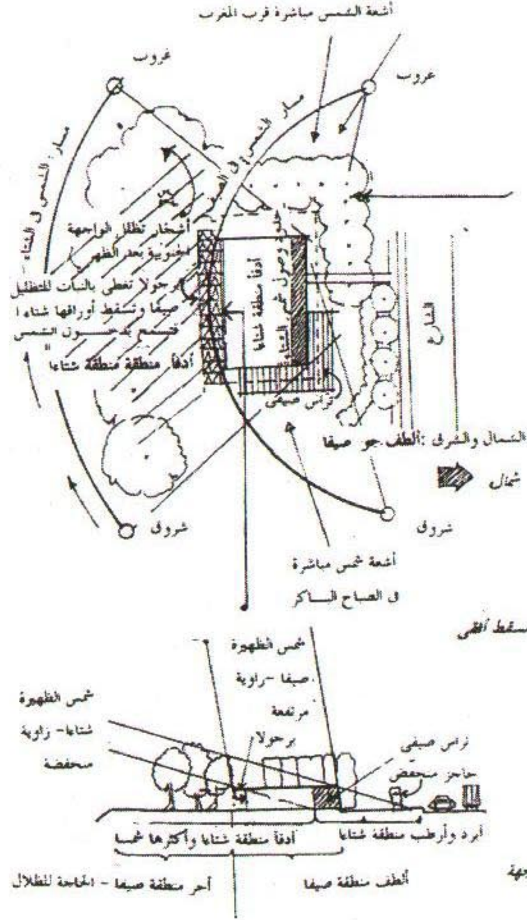
يجب تلافى سقوط ظل أى عنصر من عناصر المبنى مثل المداخن والدراوى والبروزات على المجمعات الشمسية، وذلك منذ بداية مرحلة التصميم



الظل الساقط من عناصر المبنى

شكل (٧ - ٣٠) وضع المجمعات الشمسية

ومن الواضح أن المعالجات السابقة تختص بالحماية من الأشعة المنعكسة وتوجيه الرياح للوصول إلى الراحة للإنسان، إلا أن بعضها قد لا يكون صالحاً عند تخطيط منطقة تقوم على الإستخدام السلبى للطاقة الشمسية فى المبانى والتى تستلزم تجميع الأشعة لاستخدامها داخل المبنى وشكل (٧-٢٩، ٣٠- ٣١) يوضح وضع المبنى وعناصر تنسيق الموقع لتحقيق أقصى أستغلال لأشعة الشمس.



شكل (٧ - ٣١) تنسيق الموقع حول مبنى يستخدم الطاقة الشمسية

٧ - ٤ خطوات التخطيط الواعى بالطاقة

يجب ألا يتعارض التخطيط الواعى بالطاقة الشمسية مع المتطلبات المادية والمعنوية للتخطيط العادى يحيث يجب التوفيق بينهما وذلك بالإستفادة من الطاقة الشمسية فى إطار احترام متطلبات واشتراطات الموقع.

ويبدأ الأمر بدراسة تفصيلية للموقع وعناصره المختلفة تكون نتيجتها مجموعة خرائط توضح الأماكن الصالحة لوضع المبانى كنتيجة لتفاعل القوى المختلفة المؤثرة فى الموقع، كذلك المناطق المناسبة لاستخدامات الأراضى المختلفة من اسكان وخلافه وفيما يلى طريقة نمطية لتخطيط موقع بأسلوب واعى بالطاقة:

١ - تبدأ عملية التخطيط بإعداد خريطة أساسية Base Map شكل (٧-٣٢) للموقع وتؤخذ سواء من صورة جوية أو خريطة طبوغرافية أو حتى كروكى تقريبى للموقع.

٢ - يتم تحليل العناصر المختلفة للموقع وتوقيعها على خرائط شكل (٧-٣٣) وتتمثل فى الآتى:

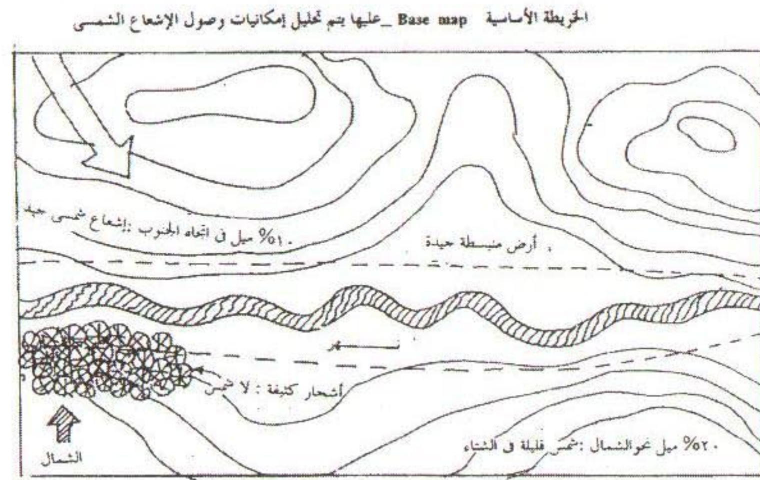
أ - الطبوغرافيا وذلك بتحديد

- الميول والأماكن المسطحة
- المرتفعات والكنتور
- كل العناصر الطبيعية مثل مجارى المياه أو المواقع التاريخية

ب - العناصر التى تحجز أشعة الشمس وتعوقها وذلك بتحديد:

- الأشجار من حيث فصائلها وإرتفاعها وما إذا كانت دائمة الخضرة.
- كل العناصر العالية بالموقع أو بالملكيات المجاورة له والتى يمكن أن تسقط الظل مع تحديد مسارات الظلال على الموقع.
- المناطق ذات الميول فى اتجاه الشمال أو أى مناطق أخرى ضعيفة فى استقبال الإشعاع الشمسى.

ويمكن الإستعانة بالنافذة الشمسية Solar Window فى تحديد الظلال الساقطة من عناصر الموقع على المجمعات الشمسية وتتلخص فى تخيل السماء كقبة شفافة مركزها المجمع الشمسى أو المنطقة المطلوب دراستها ويمكن إسقاط مسار الشمس على القبة كذلك الحدود الخارجية للمبانى والأشجار المحيطة. وتشكل حدود أشعة الشمس المؤثرة من الصباح وحتى العصر (تقريباً من التاسعة صباحاً وحتى الثالثة بعد الظهر) مع مسار الشمس من أثناء تلك الساعات على مدار العام ما يسمى بالنافذة الشمسية على القبة الشفافة المفترضة ويمر من تكل النافذة معظم الأشعة المؤثرة الى يتم تجميعها. وفى حالة وقوع أى عنصر من العناصر المجاور للمبنى فى إطار تلك

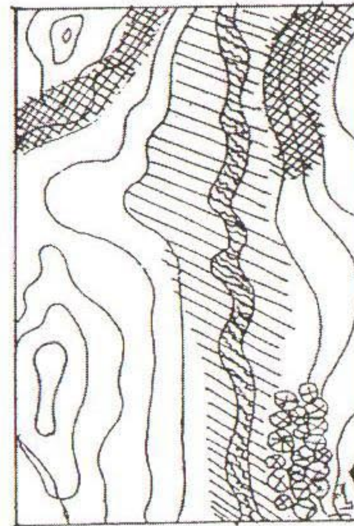


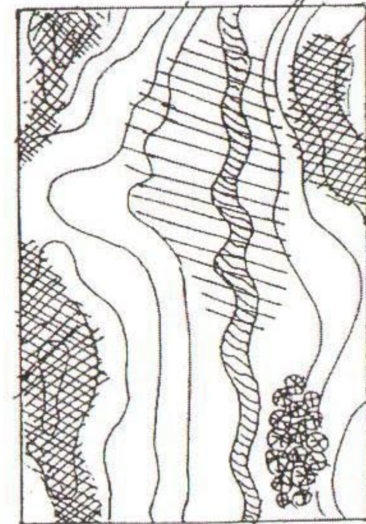
شكل (٧ - ٣٢) خطوات التخطيط الواعى بالطاقة

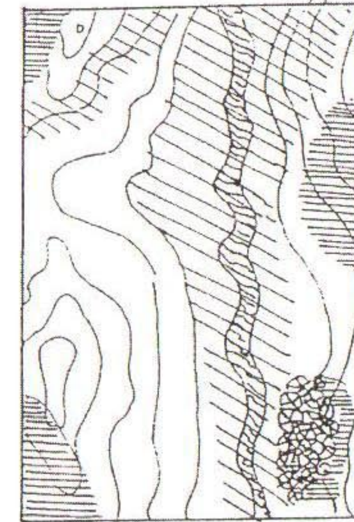
النافذة تكون هناك ظلال ساقطة على النافذة تكون هناك ظلال ساقطة على النقطة المطلوبة ودراستها، وتختلف النافذة الشمسية باختلاف خط العرض. شكل (٧-٣٤).

جـ - جميع العناصر الأخرى التى لها تأثير على المناخ المصغر وتشمل:

- كل العناصر التى تساعد على حفظ الطاقة بالموقع.
- تأثير الرياح.









شكل (٧ - ٣٣) تحديد الأماكن الصالحة للبناء

- جيوب الهواء البارد أو الضباب.
- العناصر المائية
- نوعية الهواء
- طبيعة سطح الأرض سواء كانت مجرد تربة أو رصف أو حشائش.
- الأسطح العاكسة مثل الرمال والمياه والخرسانة.

د – أية عناصر أخرى لها علاقة بالموقع مثل:

- مصادرات تلوث
- احتياجات المنطقة من الطاقة وإمكانية توفيرها
- ضوضاء
- تربة صالحة أو غير صالحة للبناء
- اشتراطات بناء... الخ.

٣ – يتم أعداد مجموعتين من اللوحات الشفافة توضع على الخريطة الأساسية لتوضيح الآتي:

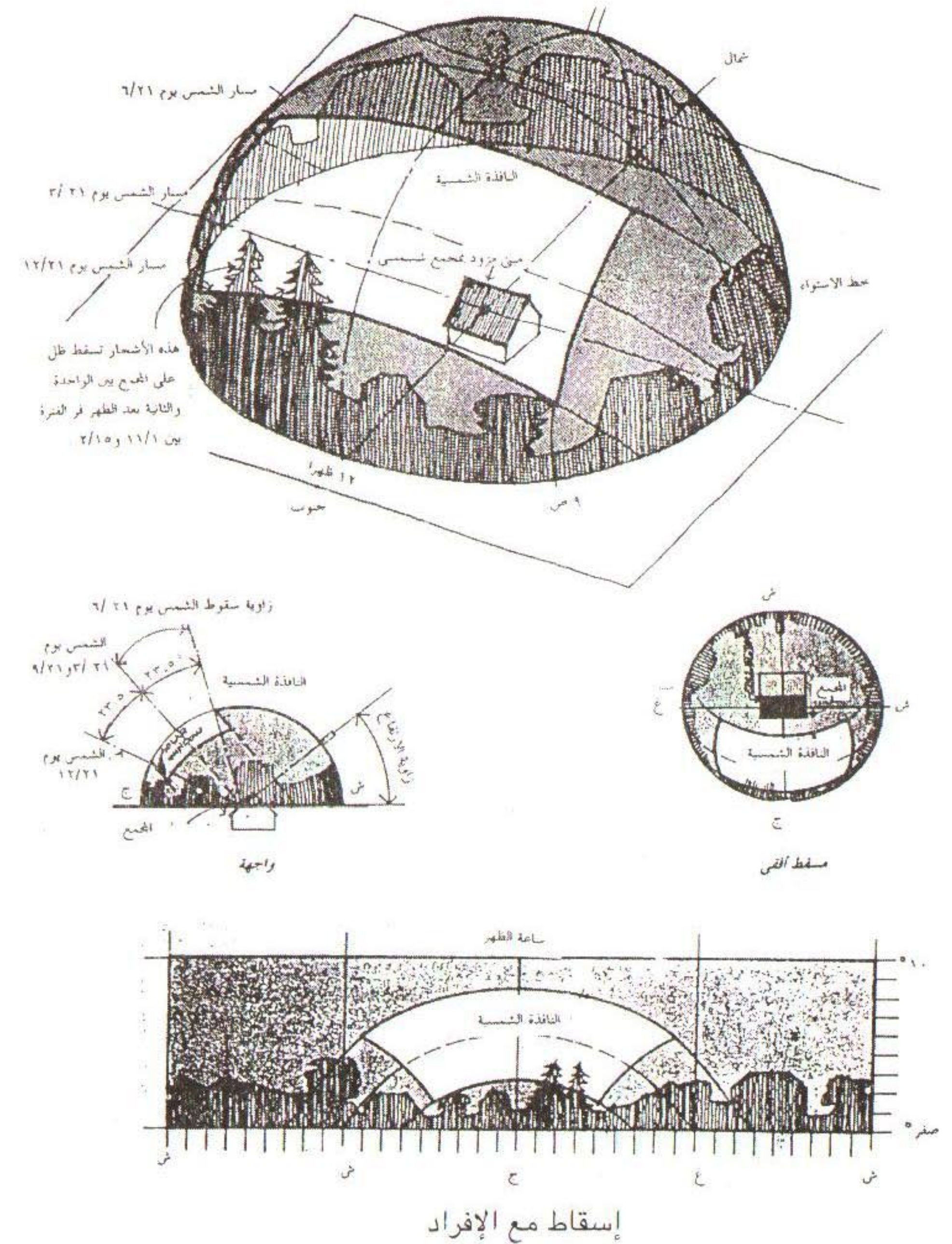
المجموعة الأولى : توضح محددات البناء بالموقع وهى ما يتم استبعادة من الأراضى غير لاصالحة للبناء أو الأماكن الأثرية أو الأماكن الممنوع البناء عليها بحكم تشريعات البناء بالموقع.

المجموعة الثانية : توضح الأماكن الضعيفة الإستقبال للطاقة الشمسية ومعوقات وصول الطاقة الشمسية للموقع (ظلال – أشجار– تلال – الخ...).

٤ – توضح الخرائط الشفافة فوق بعضها البعض ثم فوق الخريطة الأساسية Overlay ويتم استبعاد كل ما تم توقيعه فى المجموعة الأولى والثانية وتكون الأماكن المتبقاه بالموقع هى الصالحة.

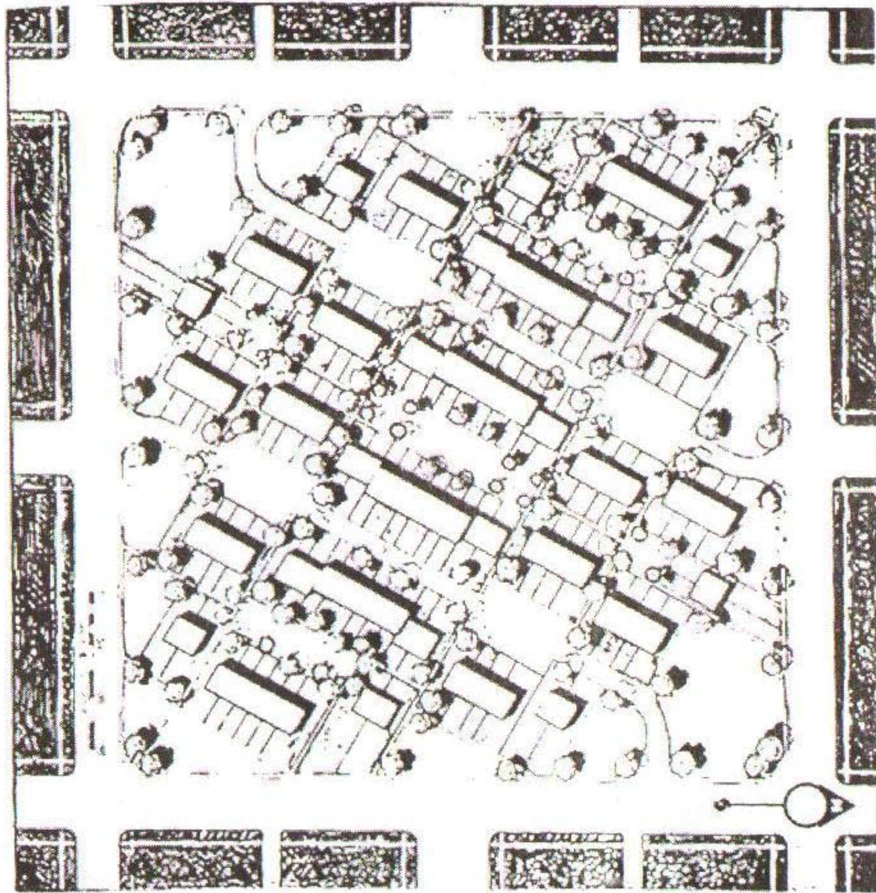
٥ – على أساس الخطوة السابقة يتم إعداد خريطة توضح الأماكن الصالحة للتخطيط الشمسى.

٦ – بناء على تلك الخريطة يتم تحديد استعمالات الأراضى المختلفة ويكون اختيار مواقعها طبقاً لاشتراطات التخطيط الشمسى السابق دراستها.



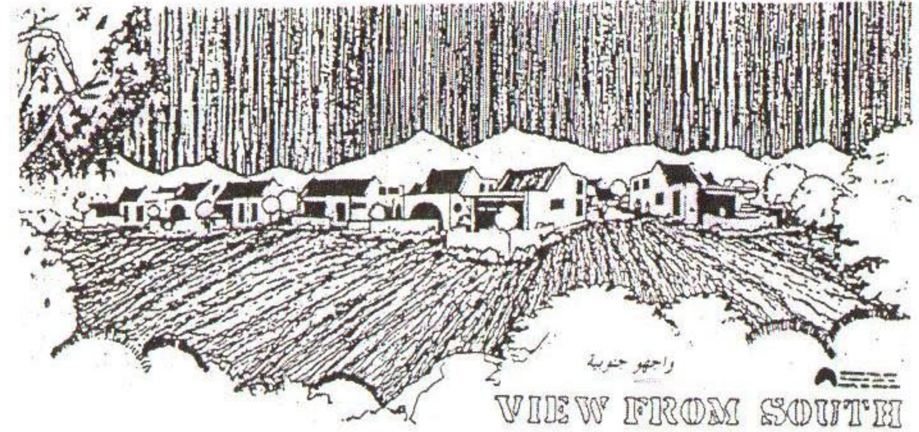
إسقاط مع الإفراد

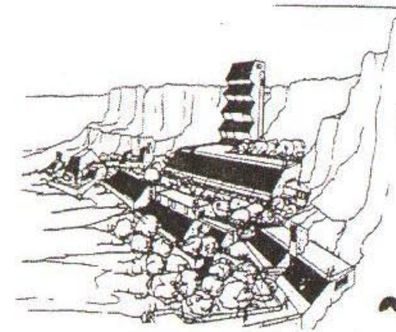
شكل (٧ - ٣٤) النافذة الشمسية



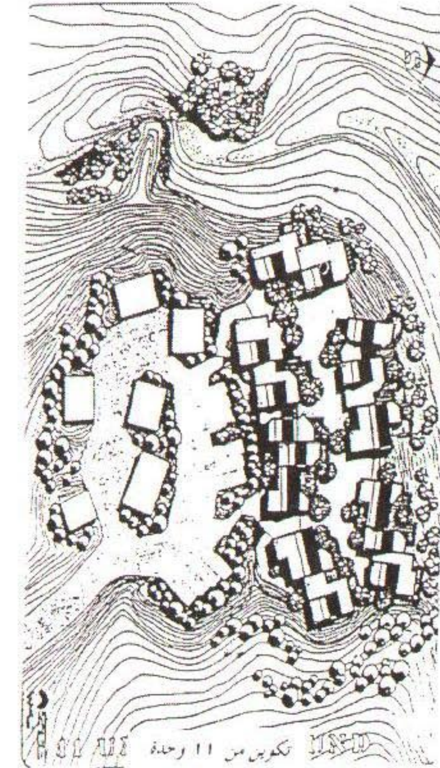
شكل (٧ - ٣٥)

مجموعة سكنية مخططة طبقاً لنظام التخطيط والتصميم الشمسى





قرية في منطقة جبلية



أمثلة

المراجع

١ - أرثربوين - د. عبد المحسن فرحات : الطاقة فى تصاميم البيئة فى المناطق الجافة- مرجع دراسة لمدرسة تصاميم البيئة- مركز التعريب- كلية الهندسة- جامعة الللك عبد العزيز- ١٩٨٤م.

٢ - خالد محمد فجال:

Treatment of the natural centilation for residential Prototypes in Egyptian' new cites, using the numerical evaluation.

رسالة دكتوراه - القاهرة- ١٩٩٣

٣ - شفيق الوكيل ومحمد سراج: المناخ وعمارة المناطق الحارة عالم الكتب- الطبعة الثالثة- القاهرة ١٩٨٩.

٤- Reseanch and Development Report from vatenfall Energy ahed, 1990.

٥ - Institut fer lands chaftptanug Umi. Stutlgant, Bullting 38, 1982

٦ - Brenda & Robent Value, Ohologische Anchitek tur, Frankfurt 1991

٧ - طارق سعد الحناوى

Climate as a factor on Design & Planning of Building Clustrs,

رسالة دكتوراه- القاهرة-- ١٩٩٦

٨ - Architectural design no. 111, New Towns, London 1994

٩ - Joseph de chiar; Time- Saver Standards for Site Planing- Mcgraw Hill New yourk, 1978.

١٠- L' Orditecture d'anyord ihiv, Architecture du soleil- May- June 1973

الصفحة	الخطأ	الصواب
٤٠	Loca	Leca
٨٢	جم / كجم ١٢,٤	جم/كجم ٤ ، ١٢
من ١٠٨ الى ١١٣	الطاقة الشمسية على الاسطح الافقية: كيبى ميجا جول /م٢ - مشتت /م٢	الطاقة الشمسية على الاسطح الافقية: كلى ميجا جول /م٢ - مشتت - ٪
١١٢/١١١	عند خط عرض ٥-٢٨ شمالاً	عند خط عرض ٥َ ٢٨ْ شمالاً وكذا الجداول التى تليها
٢٠٠	Qv = a C pa V Δ T = 1200 V D T	Qv = ʕa C pa V Δ T = 1200 V Δ T
٢٠١	a كثافة الهواء = ١,٢ كجم /م٣	a ʕ كثافة الهواء = ١,٢ كجم /م٣
٢٠١	2.3 nVD T	2.3 nVΔ T
٢٠١	ساعة - ١	ساعة -١
٢١٠	Engerg	Energy
٢٢٤	الحرارة النوعية C_p	الحرارة النوعية Cp جول / كجم س
٢٢٦	للاسطح الخارجية والداخلية	للاسطح الداخلية والخارجية
٢٢٨	$\sum_{j=1}^{m} (\frac{L}{K})$	$\sum_{j=1}^{m} (\frac{L}{K})_j$
٢٢٨	(pCpL)	$(pCpL)_j$
٢٢٧	Reseanch	Research
٢٢٧	Fer	Für

نوع التطبيق	صيفا			شتاء			دو ترطيب مقاسه بميزان جاف
	درجة الحرارة س°	الرطوبة النسبية	التذبذب فى درجة الحرارة س°	درجة الحرارة الجافة س°	الرطوبة النسبية	التذبذب فى درجة الحرارة س°	
المبانى السكنية المدارس ، المكاتب الفنادق	٢٤ - ٢٥	٤٥ - ٥٠	٢٤ - ٢٥	٢١-٢٢	٢٥ - ٤٥	٢-	٢٤ - ٢٥
المستشفيات الأسواق المركزية المخازن ، المصارف صالونات الحلاقة صالونات التجميل	٢٥ - ٢٦	٥٠ - ٥٥	٥ر-١	٢٢ - ٢٤	٣٥ - ٤٥	٢-	٢٤
قاعات الاجتماعات المساجد ، المطاعم، الصالات	٢٥ - ٢٦	٥٠ - ٥٥	٥ر-١	٢٢ - ٢٤	٤٠ - ٥٠	٢-	٢٣-٢٤
الشقق الفاخرة مناطق الشخصيات المهمة	٢٣ - ٢٤	٤٥- ٥٠	١-٢	٢٤-٢٥	٣٥ - ٤٥	٢-	٢٤

جدول رقم (٤-٤) درجات الحرارة داخل الاماكن المكيفة